

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TÉRMICA Y DE FLUIDOS



**DISEÑO DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN
PARA UN POLIDEPORTIVO EN EL ENTORNO CLIMÁTICO
DE MADRID**

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor: Alejandro Pacheco Baeza

Tutor: Pedro A. Rodríguez Aumente

Leganés, Julio 2012

CLAÚSULA DE SALVAGUARDA.

Este Trabajo Fin de Grado tiene un propósito exclusivamente académico, que se concreta en probar la capacidad de su autor para hacer aplicación y síntesis de los conceptos y técnicas aprendidos durante la realización de los estudios tendentes a la obtención del Título de Graduado en Ingeniería Mecánica de acuerdo a los requisitos de la UC3M. Por dicho motivo, no se autoriza su utilización por personal ajeno a la realización del mismo, no haciéndose ni su autor ni su director o tutor, responsables de los daños y perjuicios directos o indirectos que pudiera ocasionar la aplicación de los conceptos, técnicas, metodologías y/o resultados en él contenidos.

AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar, me gustaría agradecer el apoyo recibido a la hora de la realización del TFG a mi profesor y tutor don Pedro Acislo Rodríguez Aumente, por su inestimable ayuda y por permitirme su tutoría.

Por otro lado, agradecer a todos mis amigos/as todo el apoyo que me han mostrado en los momentos buenos y en los no tan buenos. Gracias a cada uno de ellos, desde la A hasta la Z.

Por último, y no menos importante, darle las gracias a mi familia entera, desde los que me han animado desde casa hasta los que con una llamada han avivado mis ganas de continuar en este largo camino.

En especial quería dar las gracias a mi querida madre, mi amiga, mi compañera, mi apoyo incondicional, mi todo. Ella me ha enseñado lo bueno y menos bueno de la vida, y gran parte por ella, fui, soy y seré en esta vida todo lo que me proponga.

INDICE

1. Objetivo.	7
1.1 Motivación del proyecto.	7
1.2 Objetivo del proyecto.	8
1.3 Alcance del proyecto.	8
2. Introducción.	9
2.1 ¿Qué es la cogeneración?.	9
2.1.1 Ventajas de la cogeneración.	11
2.2 Legislación.	11
2.3 Justificación de la implantación de las plantas de cogeneración.	13
2.4 La cogeneración en España.	15
2.4.1 Combustible. Gas natural.	17
2.4.2 Ventajas del gas natural.	18
2.5 Tipos de tecnología de la cogeneración.	19
2.5.1 Cogeneración con turbina de gas.	19
2.5.2 Cogeneración en ciclo combinado con turbina de gas.	21
2.5.3 Cogeneración con turbina de vapor.	22
2.5.4 Cogeneración con motor alternativo de gas.	24
2.5.5 Cogeneración en ciclo combinado con motor alternativo.	25
2.5.6 Trigeneración.	26
2.5.7 Tabla resumen de ventajas y desventajas.	27
2.5.8 Elección del tipo de tecnología.	27
2.6 Aplicaciones de la cogeneración.	29
2.6.1 Introducción.	29
2.6.2 Sector industrial.	29
2.6.3 Sector terciario.	30
3. Características y componentes de una planta de cogeneración.	31
3.1 Introducción.	31
3.2 Motor térmico.	32
3.3 Generador eléctrico.	35
3.4 Reductor.	36
3.5 Recuperador de calor.	37
3.6 Sistema de climatización. Máquina de absorción.	38
3.7 Sistema de control.	40
4. Condiciones de diseño.	41
4.1 Emplazamiento de la instalación.	41
4.2 Descripción del centro deportivo.	41
4.2.1 Horario de apertura.	41
4.2.2 Actividades del centro.	42

4.2.3	Sistema actual de abastecimiento de la demanda.	43
4.3	Demanda energética del centro.	44
4.3.1	Demanda energética eléctrica.	47
4.3.2	Demanda energética térmica de la piscina climatizada.	48
4.3.3	Demanda energética térmica del agua caliente sanitaria.	49
4.3.4	Demanda energética térmica total.	50
4.3.5	Demanda energética total.	51
5.	Cálculo.	52
5.1	Introducción.	52
5.2	Esquema de la instalación de cogeneración.	54
5.3	Diseño de la instalación de cogeneración.	55
5.4	Hoja de cálculo de <i>Mathcad</i> .	56
6.	Descripción de la solución elegida.	58
7.	Impacto ambiental.	62
8.	Estudio económico.	65
8.1	Introducción.	65
8.2	Presupuesto.	66
8.3	Estudio de rentabilidad.	67
9.	Conclusión.	67
10.	Bibliografía.	69

Anexo I. Cálculo de demanda de energía eléctrica del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.

Anexo II. Cálculo de demanda de energía térmica para la piscina climatizada del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.

Anexo III. Cálculo de demanda de energía térmica para la ACS(duchas) del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.

Anexo IV. Temperatura mínima media del agua de la red general.

Anexo V. Hoja de cálculo de *Mathcad*.

Anexo VI. Estudio económico.

Anexo VII. Guía de consulta de motores seleccionados. Por *Energuia*.

Anexo VIII. Calderas murales de condensación a gas. Por *WOLF*.

INDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Diagrama de Sankey de una planta de cogeneración. Fuente: Cogeneración. Diseño operación y mantenimiento de plantas.	14
Ilustración 2. Diagrama de Sankey de generación de energía a nivel nacional. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.	14
Ilustración 3. Planta de cogeneración con turbina de gas. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.	21
Ilustración 4. Planta de cogeneración en ciclo combinado con turbina de gas. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.	22
Ilustración 5. Planta de cogeneración con turbina de vapor. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.	23
Ilustración 6. Planta de cogeneración con motor alternativo. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.	25
Ilustración 7. Planta de cogeneración en ciclo combinado con motor alternativo. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.	26
Ilustración 8. Sistema básico de una planta de cogeneración en vivienda. Microgeneración. Fuente: Apuntes de instalaciones fluidotérmicas: Poligeneración.	32
Ilustración 9. Turbina de gas. Fuente: Apuntes de instalaciones fluidotérmicas: Poligeneración.	33
Ilustración 10. Turbina de vapor. Fuente: www.lusine.com	34
Ilustración 11. Motor de gas de mezcla pobre de 3 MW. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.	35
Ilustración 12. Sección de un alternador (cortesía de ABB). Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.	36
Ilustración 13. Reductor de ejes paralelos. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.	37
Ilustración 14. Esquema simplificado del ciclo térmico de una máquina de absorción de bromuro de litio. Fuente: apuntes de energías renovables.	39
Ilustración 15. Esquema del sistema de abastecimiento de energía térmica del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano. Fuente: ilustración proporcionada por la empresa SERVIOCIO.	44
Ilustración 16. UTA 9.1 de la piscina climatizada del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano. Fuente: SERVIOCIO.	45
Ilustración 17. Esquema simplificado del motor y sus calores útiles. Fuente: Propia.	54
Ilustración 18. Esquema de la instalación de cogeneración. Fuente: Propia.	55

INDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. Número de plantas instaladas en España desde 1983 hasta 2008, relacionadas con los distintos marcos legislativos. FUENTE: IDAE-CNE.....	15
Gráfico 2. Potencia instalada acumulada de cogeneración en España por sectores. Fuente: IDAE. Boletín de estadísticas internas de cogeneración. Año 2010.....	16
Gráfico 3. Potencia instalada por comunidades autónomas. Fuente: IDAE. Boletín de estadísticas internas de cogeneración. Año 2010.....	17
Gráfico 4. Estructura de la producción eléctrica o de calor según tipo de combustible. Fuente: IDAE. Boletín de estadísticas internas de cogeneración. Año 2010.....	18
Gráfico 5. Demanda de energía eléctrica durante el año 2011. Fuente: Propia.....	48
Gráfico 6. Demanda de energía térmica de la piscina climatizada durante el año 2011. Fuente: Propia.	49
Gráfico 7. Demanda de energía térmica de ducha durante el año 2011. Fuente: Propia.....	50
Gráfico 8. Demanda de la energía térmica total durante el año 2011. Fuente: Propia.....	51
Gráfico 9. Demanda de la energía total durante el año 2011. Fuente: Propia.	52
Gráfico 10. Diferencia de energía térmica entre el motor SCANIA y la demanda diaria. Fuente: Propia.....	61

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Ventajas y Desventajas de las tecnologías de cogeneración. Fuente: Propia.	27
Tabla 2. Elección de tecnologías de cogeneración. Fuente. EPA. Review of combined Heat and Power Thechnologies.....	28
Tabla 3. Horario de invierno del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.	42
Tabla 4. Horario de verano del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.	42
Tabla 5. Demanda de energía eléctrica durante el año 2011. Fuente: Propia.	47
Tabla 6. demanda de la energía térmica de la piscina climatizada durante el año 2011. Fuente: Propia.	48
Tabla 7. Demanda de la energía térmica de las duchas durante el año 2011. Fuente: Propia.	49
Tabla 8. Demanda de la energía térmica total durante el año 2011. Fuente: Propia.	51
Tabla 9. Potencia para el diseño de la instalación. Fuente: Propia.	53
Tabla 10. Selección de motores. Fuente: energuía.	56
Tabla 11. Comparación de motores estudiados. Fuente: Propia.....	60
Tabla 12. Comparación económica de los motores. Fuente: Propia.....	60
Tabla 13. Comparación de motores y su ahorro de CO2 respecto al sistema convencional. Fuente: Propia.	64
Tabla 14. Ahorro porcentual de CO2 en relación al sistema convencional. Fuente: Propia. ..	64

1. OBJETIVO.

1.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO.

La realización de este tipo de proyecto que se ha titulado “Diseño de una planta de cogeneración para un polideportivo en el entorno climático de Madrid” se ha realizado por las siguientes motivaciones:

- Reducir la demanda energética y por consiguiente reducir la factura económica del consumo de energía primaria del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano. Gracias a la cogeneración y un buen diseño de la planta, se puede ahorrar entre un 10% y 25% el consumo de energía primaria.
- Proporcionar al Centro Deportivo un autoabastecimiento de energía propio, por el cual pueda además beneficiarse debido a un rendimiento económico por la venta de energía eléctrica sobrante.
- Aumentar la eficiencia energética de los procesos.
- Garantizar y proporcionar un uso racional de la energía.
- Cumplir con el protocolo de Kyoto, intentando reducir las emisiones del efecto invernadero, a pesar de la retirada de Canadá de dicho protocolo, lo cual implica la finalización de dicho acuerdo debido a que no hay países suficientes que lo suscriban. No obstante se abarca la relación y reducción de CO₂ de un sistema convencional respecto a un sistema de cogeneración.

1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO.

Debido a la época que se atraviesa en España y la continua subida de los precios de prácticamente de todo lo que nos rodea, se decide proceder al estudio del diseño e implantación de una planta de cogeneración en el Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano, situado en la localidad de Leganés (Madrid).

La finalidad del proyecto es intentar demostrar que a través de la tecnología de cogeneración se puede disminuir considerablemente la factura de la actual instalación que posee el centro, donde la demanda energética térmica es proporcionada por calderas y la demanda energética de electricidad esta proporcionada por la red eléctrica.

Por consiguiente la tecnología de cogeneración unifica ambas demandas energéticas consumiendo un combustible similar del que necesitaría una instalación convencional solamente para la obtención de energía térmica.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO.

Durante el desarrollo del presente proyecto se abarca una serie de conceptos y cálculos hasta conseguir el resultado final. Los temas que alcanza el proyecto son:

- Descripción de la cogeneración y los elementos que la componen.
- Cálculo de las demandas energéticas térmicas a partir del gasto volumétrico en m³ proporcionado por el Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano. Ambos gastos pertenecen por un lado al agua de piscinas (renovación y evaporación) y por otro lado al agua de los vestuarios en forma de agua caliente sanitaria. (Ver ANEXOS II y III)
- Cálculo de las distintas soluciones posibles para la instalación de una planta de cogeneración en el Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano según las demandas de energía eléctrica y térmica.

- Solución adoptada según la normativa aplicable y distintas variables estudiadas.
- Estudio de las emisiones de contaminación, así como su impacto ambiental de la planta de cogeneración.
- Estudio económico y amortización de la planta de cogeneración seleccionada como una de las posibles mejores soluciones para poder ser implantada en el Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.

2. INTRODUCCIÓN.

2.1 ¿QUÉ ES LA COGENERACIÓN?

La palabra cogeneración se divide en dos. Por un lado el prefijo *co*, procedente del prefijo latino *cum*, que aún la lengua castellana sigue conservando su significado de unión o compañía.

Por otro lado el verbo generar que según la Real Academia Española significa “producir, causar algo”. Sumando ambas palabras nos encontramos ante el término que produce simultáneamente dos o más tipos de energía: LA COGENERACIÓN.

La cogeneración es una tecnología que se basa en la producción de energía eléctrica y mecánica con la combustión de un tipo de materia prima. Este hecho produce que la instalación de cogeneración aumente su rendimiento respecto a otro tipo de tecnología.

En una planta con un sistema convencional, se genera por un lado la energía térmica gracias al aporte de un tipo de materia prima, y por otro lado la obtención de energía eléctrica es a través de la compra de la electricidad y su distribución es a través de la red eléctrica.

Por consiguiente, podemos establecer que las ventajas son a priori superiores las de plantas de cogeneración a las instalaciones convencionales, ya que se

consigue reducir el coste económico, las emisiones y las pérdidas, debido a que se consume la energía en el lugar donde se produce.

La base de la cogeneración es el aprovechamiento del calor residual que proporciona la maquinaria mientras que simultáneamente produce energía mecánica, que esta a su vez se convertirá en energía eléctrica gracias a la ayuda de un alternador.

Los elementos comunes a las plantas de cogeneración son:

- Combustible.
- Elemento motor que convierte la energía del combustible en mecánica.
- Alternador, es el encargado de transformar la energía mecánica en eléctrica.
- Sistema de recuperación de calor que desprende el elemento motor.
- Sistema de refrigeración.
- Sistema de control.
- Etc.

Cabe destacar que las instalaciones de poligeneración, son aquellas en las que se combinan o se unen más de dos tipos de energías, como puede ser la trigeneración, donde se obtiene frío para climatización. También a veces se consideran otros productos que tienen un contenido energético significativo, como el aire comprimido, el vapor de proceso, etc.

2.1.1 VENTAJAS DE LA COGENERACIÓN.

Las ventajas de la cogeneración respecto a otras tecnologías son notables. Se pueden destacar las siguientes ventajas:

- Menor consumo de energía primaria. Para las aplicaciones de cogeneración se necesita una cantidad de combustible menor para producir la misma cantidad de energía útil.
- Es un sistema eficaz para el tratamiento y reducción de residuos agrícolas, ganaderos y urbanos.
- La planta de cogeneración está generando una energía que deja de generarse en las instalaciones eléctricas convencionales, por lo que produce una reducción de emisiones en los lugares donde estas se localizan.
- Proporciona energía eléctrica y calor en zonas alejadas de la red.
- En sistemas conectados a la red, se puede vender energía eléctrica.

2.2 LEGISLACIÓN APLICABLE.

Durante el desarrollo y la implantación de la planta de cogeneración en el Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano, se ha tenido en cuenta la siguiente legislación, normas y guías de utilización:

- **RD 2818/1998 de 23 de diciembre**, del sector eléctrico, producción de energía con fuentes renovables, residuales o cogeneración.
- **Directiva Europea 2004/08/CE del 11 de febrero**, sobre el fomento de cogeneración de la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía, proporcionando mayor flexibilidad

en cuanto a consumos y potencias instaladas. Siendo el objetivo reducir la dependencia energética externa.

- **Guía técnica para la medida y determinación de calor útil, de la electricidad y del ahorro de energía primaria de cogeneración de alta eficiencia. (IDAE)**
- **Real Decreto 616/2007, de 11 de mayo**, sobre fomento de la cogeneración.
- **Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo**, por la que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- **Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero**, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.

Durante la realización del proyecto se publicó este último Real Decreto 1/2012 que hemos mencionado con anterioridad. Uno de los alicientes para la instalación de plantas de cogeneración era la retribución de incentivos económicos que se podían generar hacia el empresario.

En los cálculos de rentabilidad económica no hemos tenido en cuenta esta última modificación, es por ello que se realiza un inciso en modo conclusión sobre la diferencia de recibir o no dicha prima para incentivar al empresario la posibilidad de invertir en este tipo de tecnología.

2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE PLANTAS DE COGENERACIÓN.

El objetivo de todos los procesos de cogeneración es la de ahorrar combustible, y en consecuencia, disminución de emisiones contaminantes y aumento del rendimiento global de la planta de cogeneración.

La Directiva 8/2004/CE de Fomento de la Cogeneración de la Unión Europea dice textualmente: *“El fomento de la cogeneración de alta eficiencia sobre la base de la demanda de calor útil es una prioridad comunitaria habida cuenta de los beneficios potenciales de la cogeneración en lo que se refiere al ahorro de energía primaria, a la eliminación de pérdidas en la red y a la reducción de emisiones, en particular gases del efecto invernadero. Además el uso eficaz de la energía mediante la cogeneración puede además contribuir positivamente a la seguridad del abastecimiento energético y a la situación competitiva de la Unión Europea y de sus Estados miembros”*.

Con ello, la Unión Europea quiere incentivar la motivación de instalaciones de cogeneración, y por consiguiente la publicación del Real Decreto 661/2007 presenta grandes alicientes a través de primas económicas para posibles inversores.

El resultado de la cogeneración es la obtención de un rendimiento mayor con menor combustible en comparación con las instalaciones convencionales.

Puede verse a continuación ambos ejemplos de diagrama de flujo energético de ambas instalaciones.

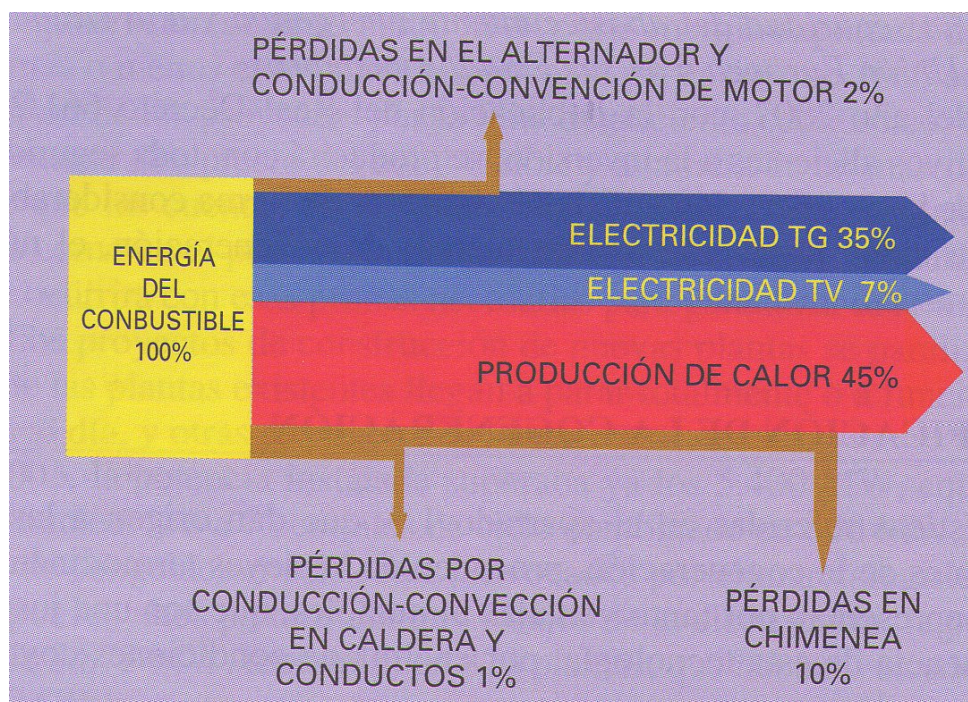


Ilustración 1. Diagrama de Sankey de una planta de cogeneración. Fuente: Cogeneración. Diseño operación y mantenimiento de plantas.

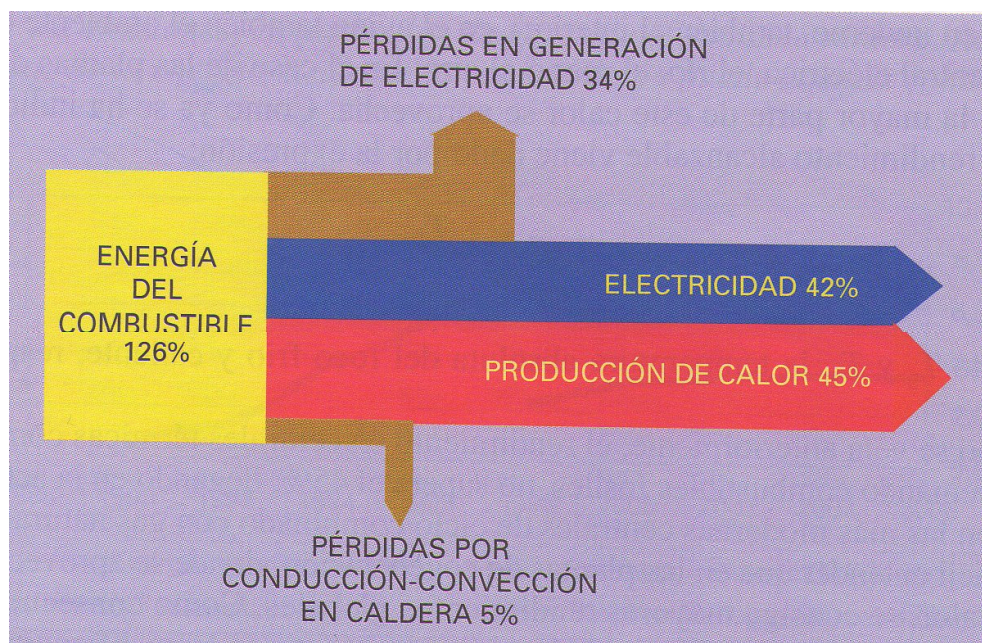


Ilustración 2. Diagrama de Sankey de generación de energía a nivel nacional. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.

2.4 LA COGENERACIÓN EN ESPAÑA.

La construcción de plantas de cogeneración a nivel nacional comenzó en el año 1982.



Gráfico 1. Número de plantas instaladas en España desde 1983 hasta 2008, relacionadas con los distintos marcos legislativos. FUENTE: IDAE-CNE.

A continuación se detalla un análisis cronológico de cómo este tipo de tecnología ha ido aumentando a lo largo de los años hasta nuestros días.

- Las primeras plantas fueron con turbinas de gas y motores de gasoil.
- En 1989 España contaba con 65 plantas de cogeneración con una potencia total de 787 MW y una producción de 3074 GWh/año.
- Entre los años 1989 y 1992 se instalaron 60 plantas más, aumentando la potencia instalada hasta 1237 MW.
- El decreto 2366/94 determina una interesante prima para este tipo de instalación por cada Kwh. que es vendido hacia la red eléctrica. Durante la década de los 90 es cuando se produce el mayor auge de las plantas de cogeneración en España.
- Ya en el año 2000, España cuenta a nivel nacional con una potencia de cogeneración de 5000 MW.

- Durante los próximos años, la euforia de la instalaciones de plantas de cogeneración disminuirá pero seguirá aumentando hasta el año 2003 donde se posee una potencia de 5400 MW.
- En el año 2006 se llega hasta una potencia de 5873 MW en toda España, repartida en más de 800 plantas.
- A partir del año 2007 y con la publicación del Real Decreto 661/2007, parece que se empieza a recobrar el interés por este tipo de inversiones, debido a sus atractivas primas.
- Actualmente con la publicación Del Real Decreto 1/2012, se suprime los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la cogeneración.

En los siguientes gráficos se observa la evolución de la cogeneración es España por sectores y la cantidad total de potencia instalada y repartida por el país.

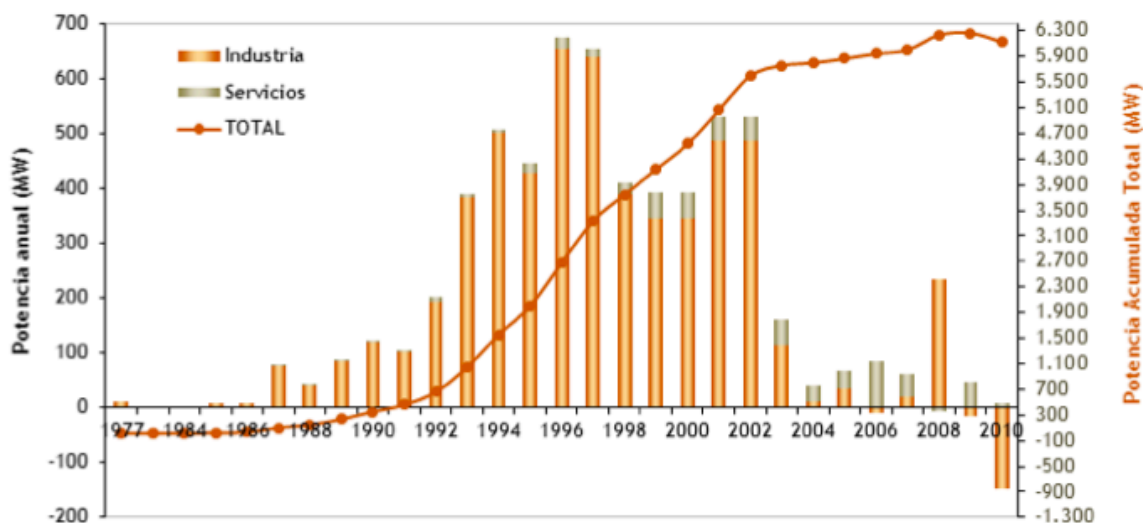


Gráfico 2. Potencia instalada acumulada de cogeneración en España por sectores. Fuente: IDAE. Boletín de estadísticas internas de cogeneración. Año 2010.

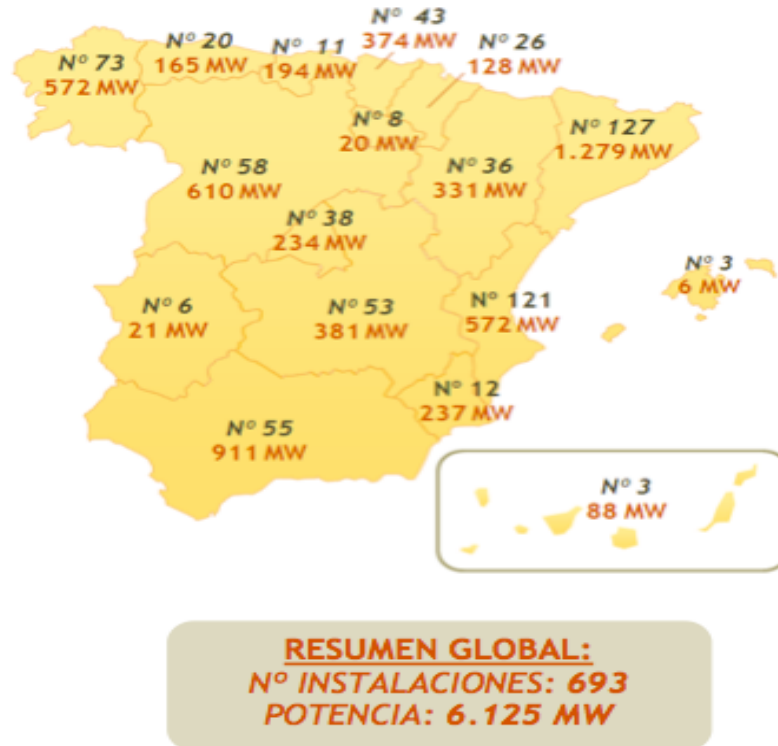


Gráfico 3. Potencia instalada por comunidades autónomas. Fuente: IDAE. Boletín de estadísticas internas de cogeneración. Año 2010.

2.4.1 COMBUSTIBLE. GAS NATURAL.

De los diferentes tipos de combustible que una instalación de cogeneración puede utilizar como energía primaria para la obtención de energía eléctrica y térmica, el más interesante y expandido a nivel nacional es el gas natural como muestra el siguiente gráfico.

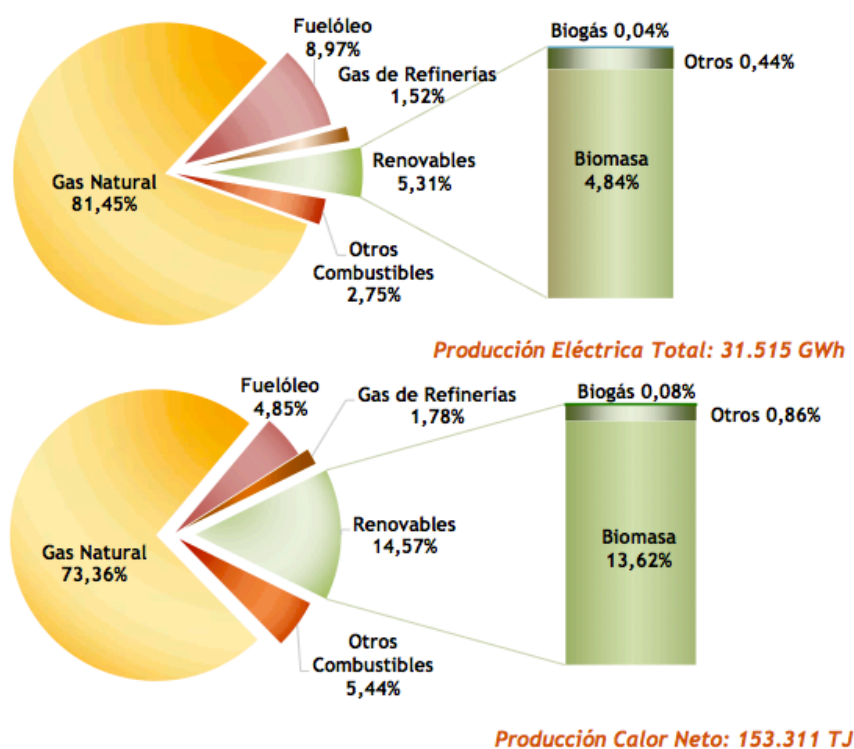


Gráfico 4. Estructura de la producción eléctrica o de calor según tipo de combustible. Fuente: IDAE. Boletín de estadísticas internas de cogeneración. Año 2010.

A menor exceso de aire, mayor es la potencia obtenida, pero si se desea obtener una combustión de buena calidad en el proceso, se necesita un exceso de aire que será mayor o menor en función del combustible empleado. A favor del gas natural, necesita un exceso de aire menor que otros combustibles.

2.4.2 VENTAJAS DEL GAS NATURAL.

Las ventajas de utilización de gas natural como combustible en una planta de cogeneración son:

- Menos gasto de combustible.
- Mayor duración de la maquinaria.

- Es la energía más limpia y menos contaminante de todos los combustibles fósiles, por lo que se reducen las emisiones de CO₂, NO_x y SO_x.
- Es una energía práctica ya que no precisa la existencia de grandes depósitos de almacenaje siempre y cuando se tenga emplazamientos accesibles por la red de gas natural canalizado.
- Es una energía económica ya que aumenta los rendimientos y la vida útil de los equipos y reduce considerablemente los costes de mantenimiento.
- Es una energía segura ya que se trata de un suministro preciso, firme y continuo.
- Actualmente, el precio del gas natural se encuentra por debajo de otros combustibles derivados del petróleo.

2.5 TIPOS DE TECNOLOGÍA DE COGENERACIÓN.

A continuación se describe algunas de las instalaciones más relevantes y comunes de las plantas de cogeneración.

2.5.1 COGENERACIÓN CON TURBINA DE GAS.

En estos sistemas, el gas se quema en el turbogenerador. La principal ventaja que presentan es la facilidad de recuperar calor a través de los gases de escape (temperatura de 500 °C)

El sistema se compone de una turbina de gas y una caldera de recuperación. Su aplicación se recomienda para cuando las necesidades de vapor sean importantes.

Son plantas de gran fiabilidad y económicamente bastante rentables si su funcionamiento es continuo y poseen una gran demanda de energía térmica.

Las ventajas de las plantas de cogeneración con turbinas de gas son las siguientes:

- Alta fiabilidad
- Calor útil a temperatura elevada, aproximadamente 600 °C
- Velocidad de giro estable
- Alta relación potencia peso
- Coste de inversión relativamente bajo
- Alta aceptación de combustibles (gasóleo, gas natural, petróleo, etc)

Los inconvenientes de las plantas de cogeneración con turbinas de gas son los siguientes:

- Escasa disponibilidad de tamaños
- Rendimiento mecánico inferior a los motores alternativos
- Elevado nivel de ruido
- Necesitan combustible sin humedad
- Sus prestaciones depende mucho de la temperatura ambiente
- Pueden necesitar periodos de mantenimiento largos

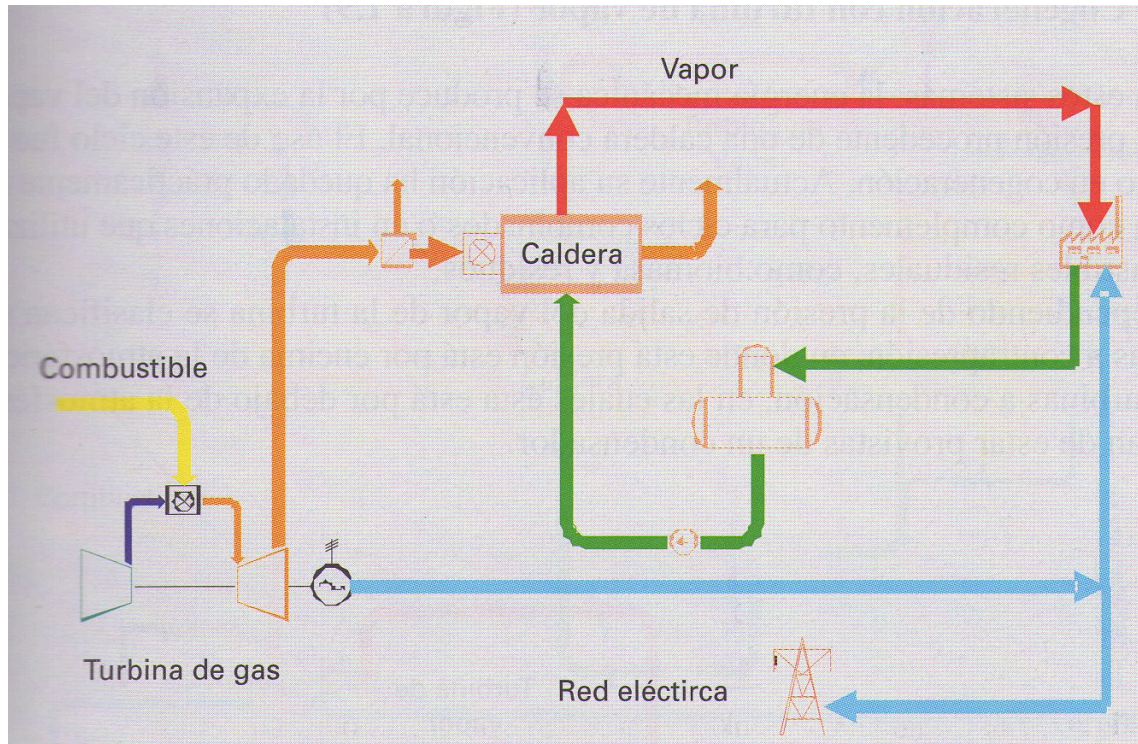


Ilustración 3. Planta de cogeneración con turbina de gas. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.

2.5.2 COGENERACIÓN DE CICLO COMBINADO CON TURBINA DE GAS.

Denominamos ciclo combinado a la aplicación conjunta de una turbina de gas y una turbina de vapor.

Los gases de escape producidos por la turbina se dirigen a la caldera de recuperación donde producen vapor de alta presión.

Este vapor produce energía adicional ya que se expandirá en otra turbina que se encuentra en este tipo de sistema de ciclo combinado. Los gases de escape de dicha turbina puede aprovecharse para agua caliente sanitaria.

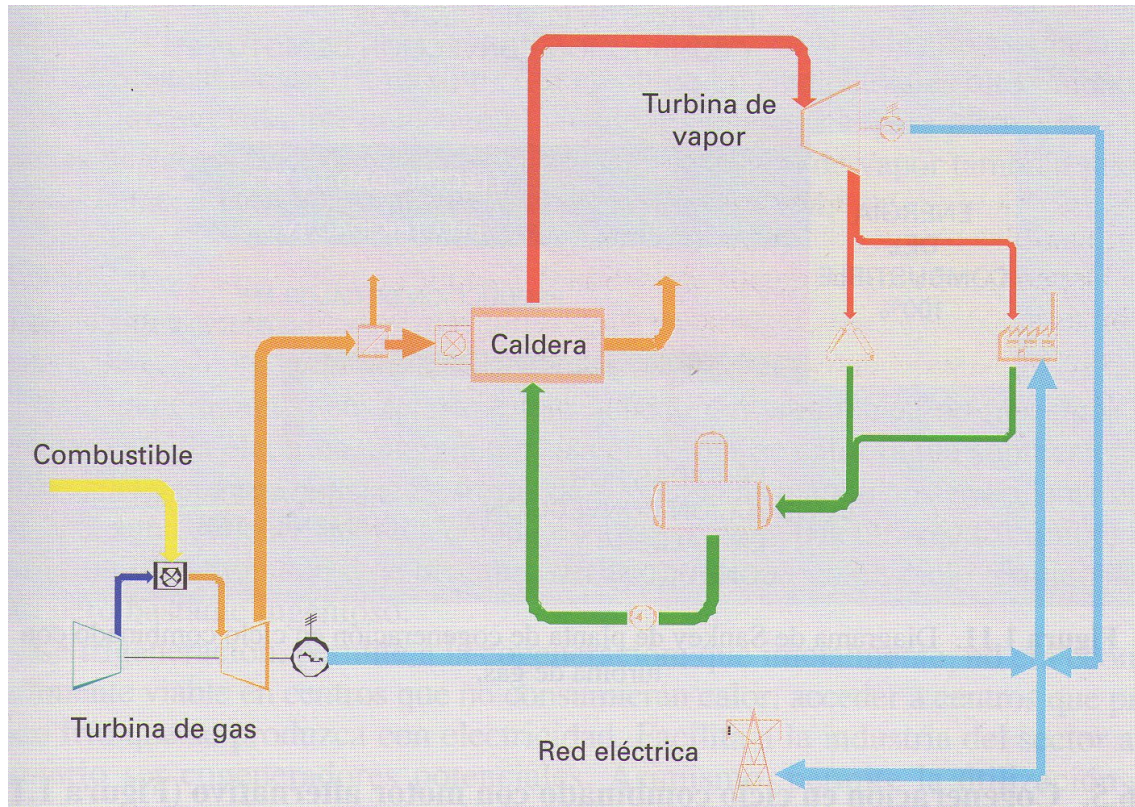


Ilustración 4. Planta de cogeneración en ciclo combinado con turbina de gas. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.

2.5.3 COGENERACIÓN CON TURBINAS DE VAPOR.

En este tipo de sistemas se utiliza una turbina de vapor, donde la expansión del vapor producido en una caldera se expande en la propia turbina, generando energía mecánica, que esta a su vez se transformará en energía eléctrica. Estas plantas de cogeneración fueron las que más se usaron al principio.

Dependiendo de la presión de salida de vapor de la turbina, podemos clasificar el sistema como turbinas a contrapresión (presión mayor que la atmosférica) o turbinas a condensación (presión menos que la atmosférica).

Las ventajas de las plantas de cogeneración con turbinas de vapor son las siguientes:

- Puede emplearse cualquier combustible.
- La relación calor y trabajo puede modificarse fácilmente.
- Tiempo de uso elevado.
- Amplio intervalo de potencias.

Los inconvenientes de las plantas de cogeneración con turbinas de vapor son los siguientes:

- El rendimiento del ciclo disminuye de forma significativa en aplicaciones de cogeneración.
- Relación calor y trabajo elevada.
- Coste de inversión elevado.
- Rentabilidad dudosa.
- Puesta en marcha lenta.

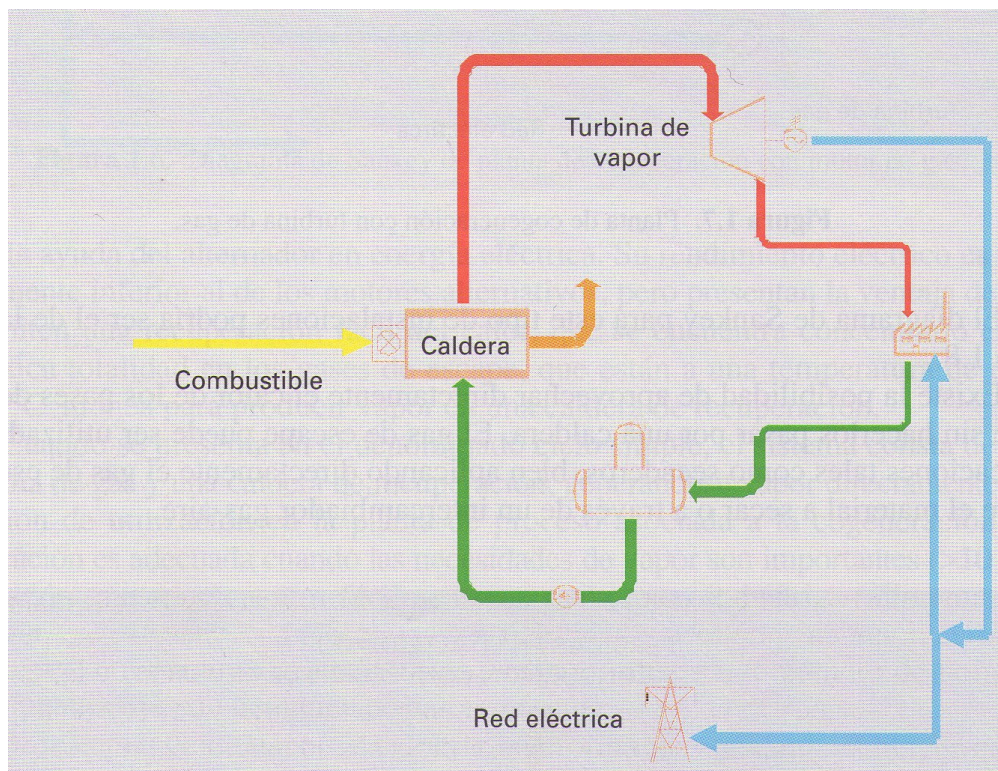


Ilustración 5. Planta de cogeneración con turbina de vapor. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.

2.5.4 COGENERACIÓN CON MOTOR ALTERNATIVO DE GAS.

El combustible de este tipo de motores habitualmente y el más utilizado, es el gas natural.

Este tipo de sistemas son adecuadas para potencias bajas de hasta 15 MW como máximo, en las que la producción de generación eléctrica es predominante frente a la producción de energía térmica. Los motores alternativos son la máquina térmica que unidos a un generador, pueden alcanzar rendimientos eléctricos de aproximadamente el 48%.

Las ventajas de los motores alternativos en las plantas de cogeneración son las siguientes:

- Elevado rendimiento alcanzable en un amplio rendimiento de carga (del 30% al 100%)
- Relativamente bajo coste de inversión, especialmente en instalaciones pequeñas.
- Amplio rango de potencias.
- Pueden utilizarse en modo isla con buena capacidad de seguimiento de la carga.
- Puesta en marcha rápida.
- Capacidad de operar con distintos combustibles.
- Tareas de mantenimiento de escasa complejidad.

Los inconvenientes de los motores alternativos en las plantas de cogeneración son los siguientes:

- Han de ser refrigerados incluso cuando el calor residual no se aproveche.

- Baja relación potencia peso.
- Fuerzas internas no equilibradas, que requieren bancadas robustas y aislantes.
- Ruido de baja frecuencia.
- Coste de mantenimiento elevados.

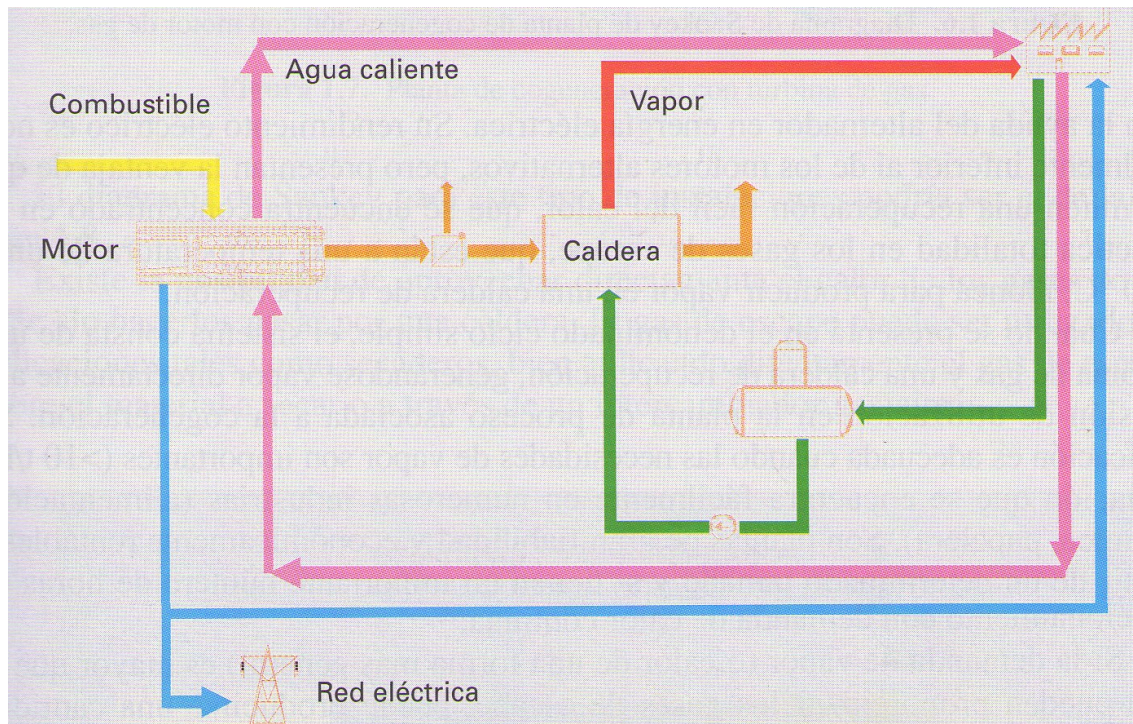


Ilustración 6. Planta de cogeneración con motor alternativo. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.

2.5.5 COGENERACIÓN DE CICLO COMBINADO CON MOTOR ALTERNATIVO.

El calor de los gases de escape es recuperado gracias a una caldera de recuperación, donde se produce vapor que es enviado a una turbina de vapor para que produzca energía mecánica que es transformada en energía eléctrica con posterioridad. Al igual que el sistema anterior cuya máquina térmica también era un motor alternativo, su uso se recomienda principalmente para aplicaciones donde la demanda de energía eléctrica prevalezca sobre la demanda de energía térmica.

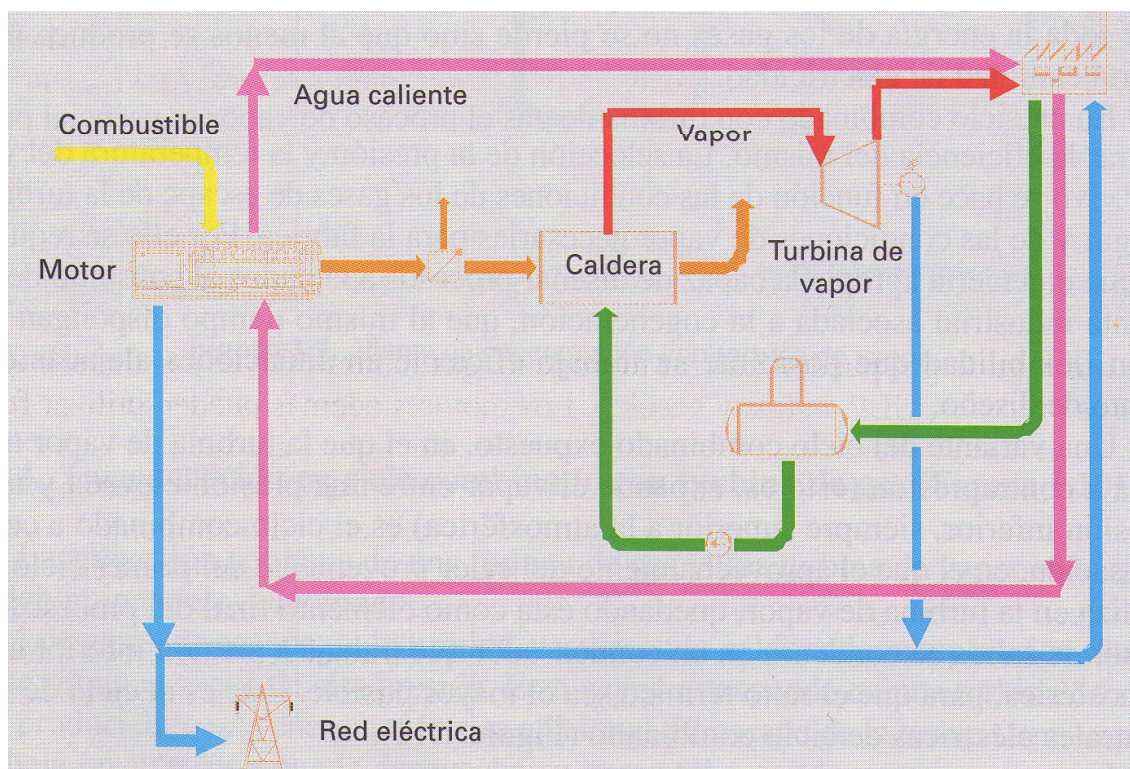


Ilustración 7. Planta de cogeneración en ciclo combinado con motor alternativo. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.

2.5.6 TRIGENERACIÓN.

Como se comentaba con anterioridad en el apartado 2.1 (¿Qué es la cogeneración?), existe otro tipo de sistemas donde se puede obtener más de dos energías simultáneamente. Este es el caso de la trigeneración, donde se puede extraer de este tipo de planta energía térmica, eléctrica y térmica en forma de frío. Para ello necesitamos de una máquina auxiliar denominada máquina de absorción (que se explica con detalle más adelante).

2.5.7 TABLA RESUMEN DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS

A continuación se expone una tabla resumen de modo que de un golpe de vista se tenga una idea principal del tipo de planta más adecuada para la aplicación requerida.

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
TURBINA DE GAS	<ul style="list-style-type: none"> - Alta Fiabilidad. - Coste relativamente bajo. - Alta aceptación de combustibles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rango de tamaños limitado. - Mantenimiento costoso. - Rendimiento mecánico inferior a los motores alternativos.
TURBINA DE VAPOR	<ul style="list-style-type: none"> - Amplio intervalo de potencia. - Alta aceptación de combustibles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coste de inversión elevado. - Puesta en marcha lenta.
MOTOR A GAS	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado rendimiento. - Bajo coste económico. - Poco complejas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerzas internas no equilibradas. - Coste de mantenimiento elevado. - Deben de ser refrigerados.

Tabla 1. Ventajas y Desventajas de las tecnologías de cogeneración. Fuente: Propia.

2.5.8 ELECCIÓN DEL TIPO DE TECNOLOGÍA.

Para poder elegir un tipo de tecnología adecuada, dependiendo de la aplicación final y de numerosos factores como son la potencia eléctrica, la relación calor/electricidad, los diferentes combustibles, etc, nos podemos ayudar de la siguiente tabla.

Dicha tabla ofrece de un golpe de vista cual es la tecnología que mejor se asemeja dependiendo de las características que el inversor requiera.

En nuestro caso, el Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano, perteneciente a la empresa *Serviocio*, se requiere un motor alternativo ya que como veremos más adelante (apartado 4.3, Demanda de energía del centro), nuestra demanda se relaciona a nivel económico y de rendimiento con este tipo de motor térmico. Este motor alternativo de combustión interna tendrá como combustible el gas natural por las razones que se han especificado con anterioridad.

	Diesel Engine	Natural Gas Engine	Steam Turbine	Gas Turbine	Micro-turbine	Fuel Cells
Electric Efficiency (LHV)	30-50%	25-45%	30-42%	25-40% (simple) 40-60% (combined)	20-30%	40-70%
Size (MW)	0.05-5	0.05-5	Any	3-200	0.025-0.25	0.2-2
Footprint (sqft/kW)	0.22	0.22-0.31	<0.1	0.02-0.61	0.15-1.5	0.6-4
CHP installed cost (\$/kW)	800-1500	800-1500	800-1000	700-900	500-1300	>3000
O&M Cost (\$/kWh)	0.005-0.008	0.007-0.015	0.004	0.002-0.008	0.002-0.01	0.003-0.015
Availability	90-95%	92-97%	Near 100%	90-98%	90-98%	>95%
Hours between overhauls	25,000-30,000	24,000-60,000	>50,000	30,000-50,000	5,000-40,000	10,000-40,000
Start-up Time	10 sec	10 sec	1 hr-1 day	10 min –1 hr	60 sec	3 hrs-2 days
Fuel pressure (psi)	<5	1-45	n/a	120-500 (may require compressor)	40-100 (may require compressor)	0.5-45
Fuels	diesel and residual oil	natural gas, biogas, propane	all	natural gas, biogas, propane, distillate oil	natural gas, biogas, propane, distillate oil	hydrogen, natural gas, propane
Noise	moderate to high (requires building enclosure)	moderate to high (requires building enclosure)	moderate to high (requires building enclosure)	moderate (enclosure supplied with unit)	moderate (enclosure supplied with unit)	low (no enclosure required)
NO _x Emissions(lb/M Whr)	3-33	2.2-28	1.8	0.3-4	0.4-2.2	<0.02
Uses for Heat Recovery	hot water, LP steam, district heating	hot water, LP steam, district heating	LP-HP steam, district heating	direct heat, hot water, LP-HP steam, district heating	direct heat, hot water, LP steam	hot water, LP-HP steam
CHP Output (Btu/kWh)	3,400	1,000-5,000	n/a	3,400-12,000	4,000-15,000	500-3,700
Useable Temp for CHP (F)	180-900	300-500	n/a	500-1,100	400-650	140-700

Tabla 2. Elección de tecnologías de cogeneración. Fuente. EPA. Review of combined Heat and Power Technologies.

2.6 APLICACIONES DE COGENERACIÓN.

2.6.1 INTRODUCCIÓN.

Los diferentes sectores donde podemos aplicar la tecnología de la cogeneración depende principalmente de las horas de funcionamiento del sistema para poder conseguir una rentabilización a medio plazo.

Otro factor importante es el tipo de demanda que exige la aplicación donde queremos instalar la tecnología, ya que se debe de ajustar a algún tipo de instalación de las que se han descrito con anterioridad.

Por último, cabe señalar el tipo de combustible que utilizamos, ya que gran parte de retorno de la inversión en un tiempo prudencial, es debido al ahorro de una buena elección de combustible, dependiendo del suministro y del precio de este.

Las plantas de cogeneración cumpliendo los requisitos mencionados anteriormente, pueden instalarse en el sector industrial y en el sector terciario.

2.6.2 SECTOR INDUSTRIAL.

Existen numerosos tipos de industrias con diferentes tipos de demanda. Cualquiera de las que mencionamos a continuación exigen demandas de energía térmica y eléctrica que permiten la instalación de una planta de cogeneración:

- Minería y extracción
- Forestal
- Agroalimentario
- Pasta y Papel
- Industria química

- Industria textil
- Industria cerámica
- Empresas del sector de automoción

2.6.3 SECTOR TERCIARIO.

En este tipo de sector, destacamos la trigeneración, ya que gracias a la utilización de equipos de absorción podemos rentabilizar a lo largo de cualquier época del año la energía producida por la máquina térmica de la planta de trigeneración.

Otro factor importante que a propiciado el aumento de esta tecnología en el sector terciario, ha sido a un tipo de demanda más homogénea de la energía.

Algunos de los sectores terciarios que se pueden beneficiar de la producción conjunta de energía eléctrica, y energía térmica son los siguientes:

- Hospitales
- Edificios comerciales
- Edificios de oficinas
- Hoteles
- Polideportivos
- Aeropuertos
- Colegios y universidades

3. COMPONENTES DE UNA PLANTA DE COGENERACIÓN.

3.1 INTRODUCCIÓN.

Una planta de cogeneración se compone de numerosos elementos que se necesitan para un correcto funcionamiento de la instalación, los más destacados son los siguientes:

- Motor térmico:
 - De pistón
 - Turbina de gas
 - Turbina de vapor
 - Stirling
 - Célula de combustible
- Generador eléctrico
- Reductor
- Recuperadores de calor
- Sistemas de control
- Sistema de climatización
- Sistema de electricidad
- Sistemas de refrigeración

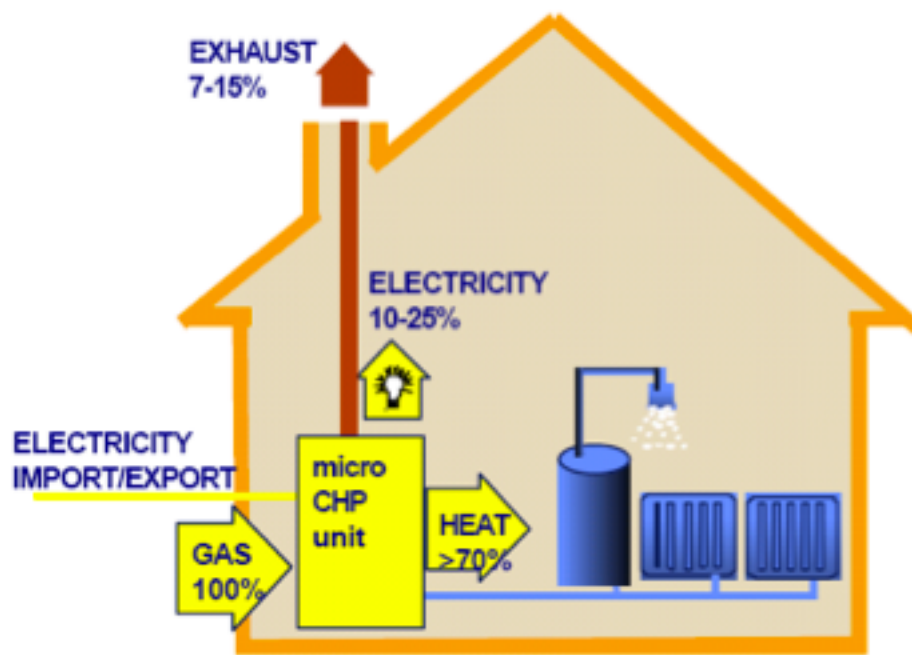


Ilustración 8. Sistema básico de una planta de cogeneración en vivienda. Microgeneración. Fuente: Apuntes de instalaciones fluidotérmicas: Poligeneración.

A continuación se describe el funcionamiento y las partes de los elementos más importantes mencionados con anterioridad.

3.2 MOTOR TÉRMICO

- Turbina de gas.

Una turbina de gas es una máquina térmica en la que se realiza la transformación de energía presente en un fluido en un trabajo mecánico, por medio de la expansión de dicho fluido, gas de vapor o vapor. A la salida de la turbina el eje está acoplado a un generador directamente o a través de un reductor, donde se transforma la energía mecánica en eléctrica.

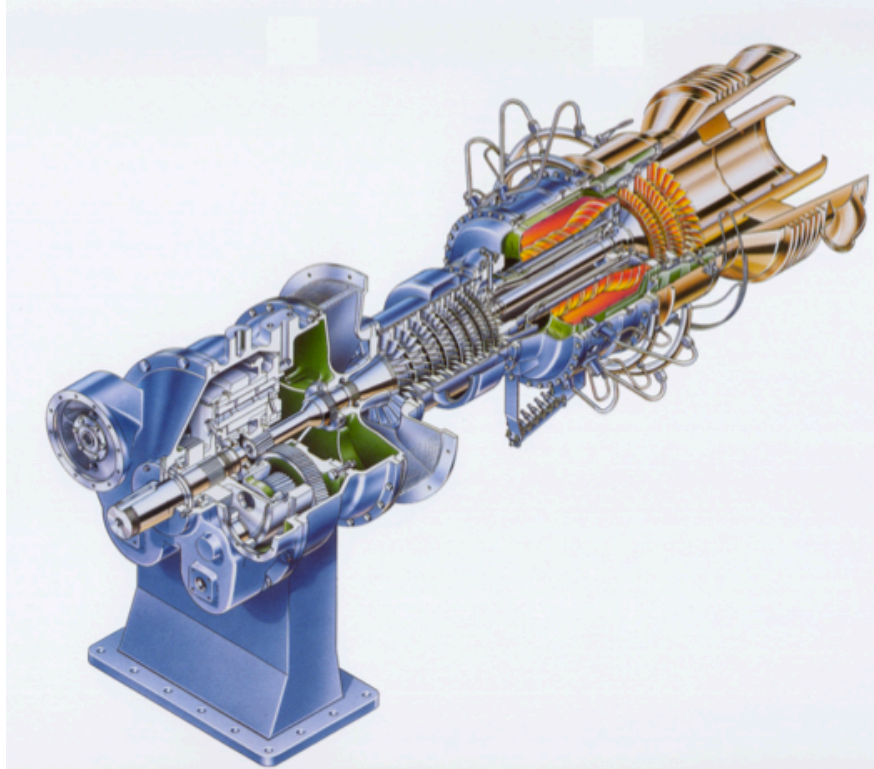


Ilustración 9. Turbina de gas. Fuente: Apuntes de instalaciones fluidotérmicas: Poligeneración.

- Turbina de vapor.

La turbina de vapor es un motor térmico cíclico rotativo, de combustión externa, que movido por vapor produce energía mecánica. El vapor entra a alta presión y temperatura, se expande en la turbina, transformando una parte de su entalpía en energía mecánica. A la salida de la turbina, el vapor a perdido presión y temperatura. Para la transformación de energía mecánica en eléctrica, el eje de la turbina se conecta a un alternador directamente o pasa por un reductor de velocidad previamente.

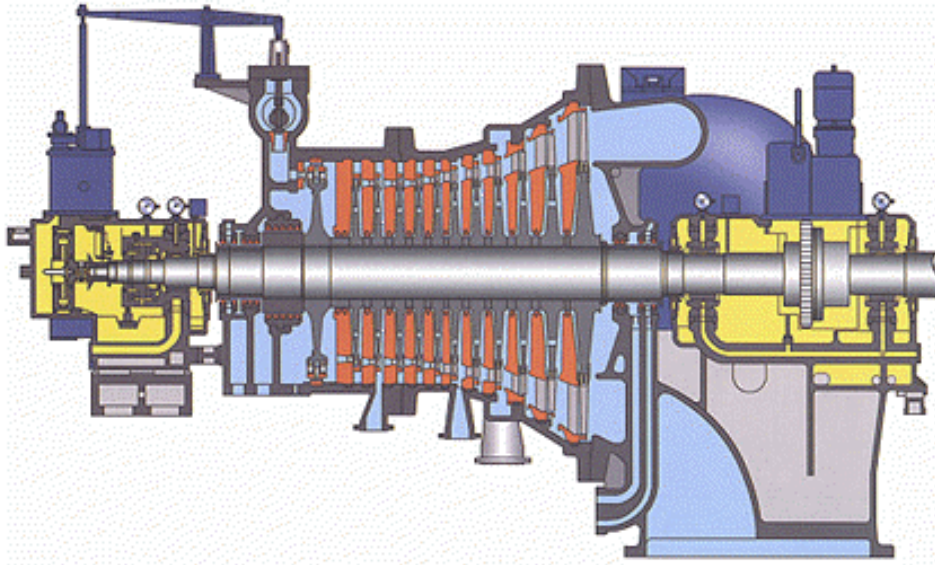


Ilustración 10. Turbina de vapor. Fuente: www.lusine.com

- De pistón.

En las máquinas térmicas de pistón se encuentran los motores alternativos. El motor alternativo es una máquina térmica cíclica de combustión interna, de movimiento alternativo como su propio nombre indica y convierte la energía química en energía mecánica de rotación en el eje del motor alternativo.

La elevación de presión atribuible a la combustión (no explosiva) en el interior de un cilindro provoca el movimiento lineal de un pistón, siendo la biela la que convierte este movimiento en rotación en el cigüeñal.

Este tipo de elemento es muy utilizada en la tecnología de cogeneración, pudiéndose aprovechar la energía residual de los gases de escape, el agua de refrigeración de camisas y de aceite.

Los motores se pueden clasificar según diferentes parámetros: su ciclo termodinámico, el combustible empleado, la presencia o no de compresor, la velocidad de giro, etc.

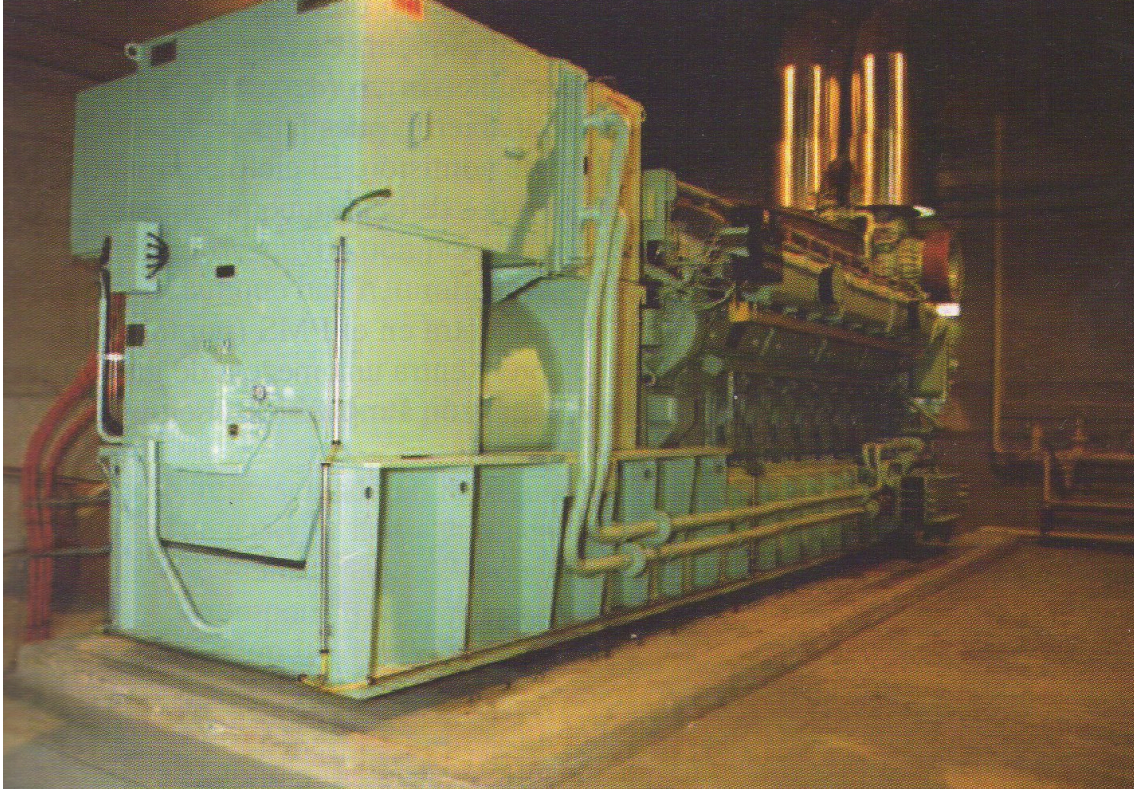


Ilustración 11. Motor de gas de mezcla pobre de 3 MW. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.

3.3 GENERADOR ELÉCTRICO

Podemos clasificar los generadores eléctricos según su principio de funcionamiento que pueden ser síncronos o de inducción.

- Generador eléctrico síncrono.

Se caracteriza por que la velocidad de sincronismo es constante e igual a la frecuencia de la red eléctrica, por lo que pueden operar en modo isla. Este tipo de alternadores suelen ser caros y puede controlarse el factor de potencia. Se utilizan para instalaciones de gran tamaño.

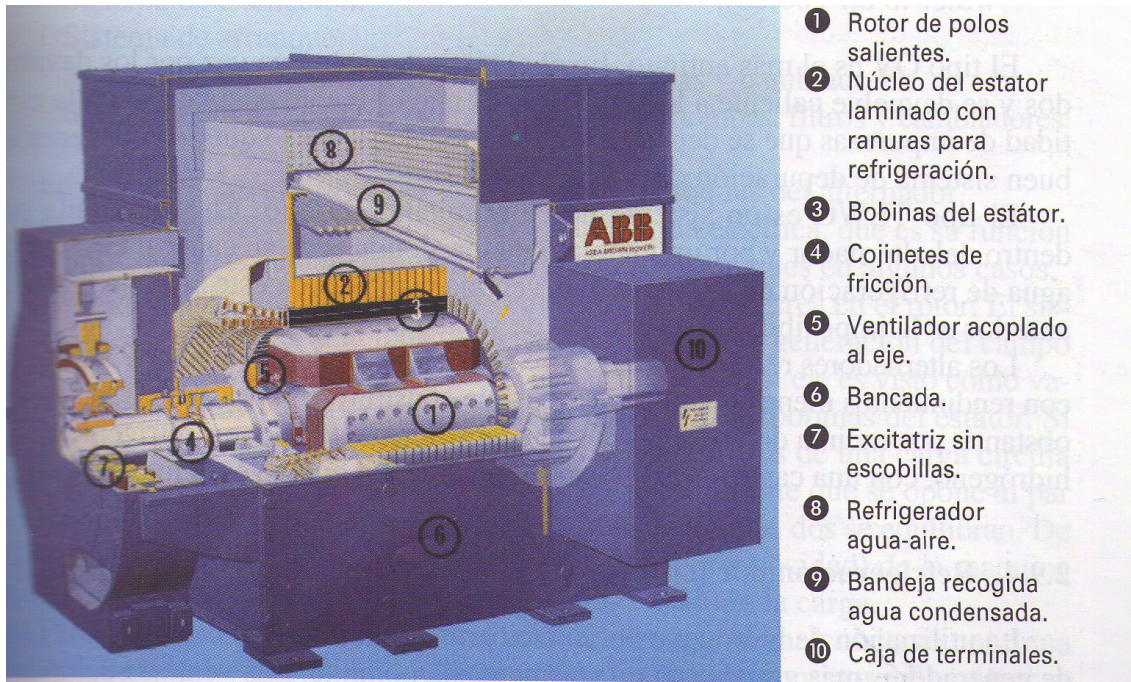


Ilustración 12. Sección de un alternador (cortesía de ABB). Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.

- Generador eléctrico de inducción.

Este tipo de alternador se diferencia del anterior en el que en el sistema inductor no hay excitación, necesitan sincronismo externo de la red, por lo que no pueden operar en modo isla. Son más sencillos y baratos que los anteriores y se suelen instalar para potencias inferiores a 300kW.

3.4 REDUCTOR

Es el elemento mecánico, que regula las velocidades de giro de otros dos elementos de la propia planta de cogeneración: La máquina térmica y del alternador.

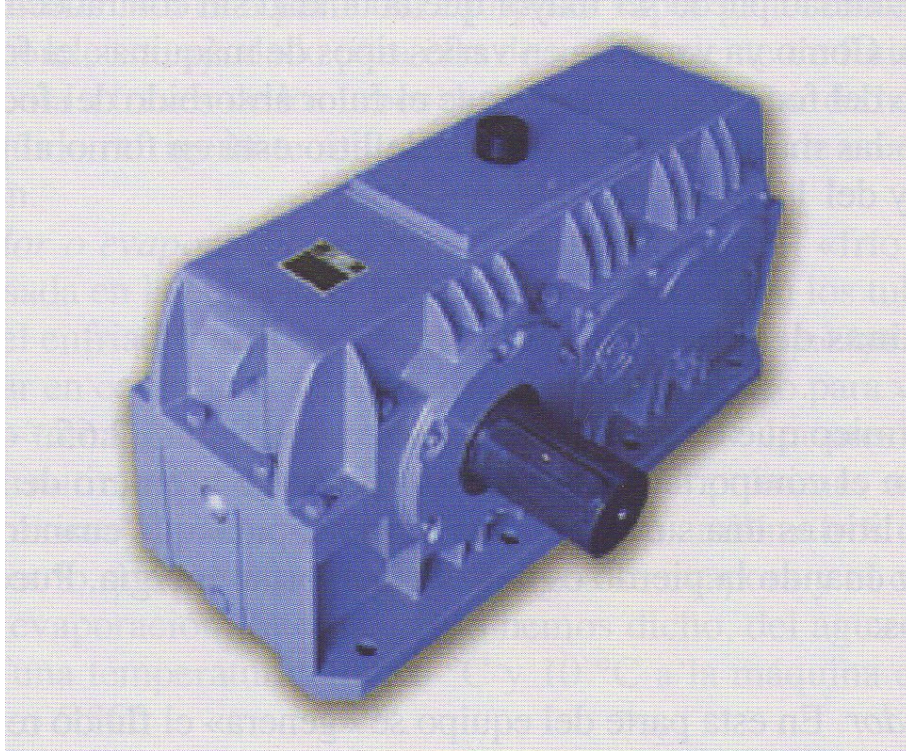


Ilustración 13. Reductor de ejes paralelos. Fuente: Cogeneración. Diseño, operación y mantenimiento de plantas.

3.5 RECUPERADOR DE CALOR

El objetivo de estas máquinas es la recuperación de calor de los gases de escape de la máquina térmica de combustión (motor o turbina de gas). En ellas se calienta agua, que se convierte en vapor y se utiliza para mover una turbina de vapor y/o como fluido caloportador que aporta calor a alguna fase del proceso industrial al que está asociado la planta de cogeneración. Son el elemento de unión entre la generación de electricidad y la generación de calor útil.

- Recuperación de calor en turbinas de gas:

Estos recuperadores de calor generan vapor, aprovechando el contenido energético de los gases de escape de la turbina con o sin postcombustión.

También existen intercambiadores de calor gas-gas para ciclos de regeneración.

- Recuperadores de calor en motores alternativos:

El calor de los gases de escape para producir agua caliente o vapor de baja presión. El calor de la energía de del agua de las camisas de refrigeración del motor para producir agua caliente o vapor de baja presión.

También existen intercambiadores de calor líquido-líquido para la recuperación del calor del aceite de lubricación del motor.

3.6 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN. MAQUINA DE ABSORCIÓN

La máquina de absorción es una máquina de refrigeración que se diferencia del ciclo de compresión mecánica en la utilización de un compresor termoquímico en vez de un compresor mecánico.

Se utiliza la capacidad de algunas sustancias de absorción en fase líquida vapores de otras sustancias distintas. Por lo tanto, el comportamiento de este tipo de máquinas se basa en la solución normalmente de bromuro de litio y agua o amoníaco y agua.

El bromuro de litio al ser una sustancia muy higroscópica, cuando absorbe agua genera calor y cuando pierde agua es necesario aportar energía.

El coeficiente de operación (COP) depende del tipo de máquina: si es de simple efecto su valor límite es de 0,7 y depende de la temperatura ambiente, pudiendo bajar hasta valores del orden de 0,5 para temperaturas típicas del centro de España en verano. Si se emplean máquinas de doble efecto (más caras, complejas y que requieren una fuente de calor a temperatura más elevada) pueden alcanzarse valores límite del COP del orden de 1,2.

En la siguiente figura se muestra el ciclo térmico sobre el que se basa el comportamiento de este tipo de máquinas.

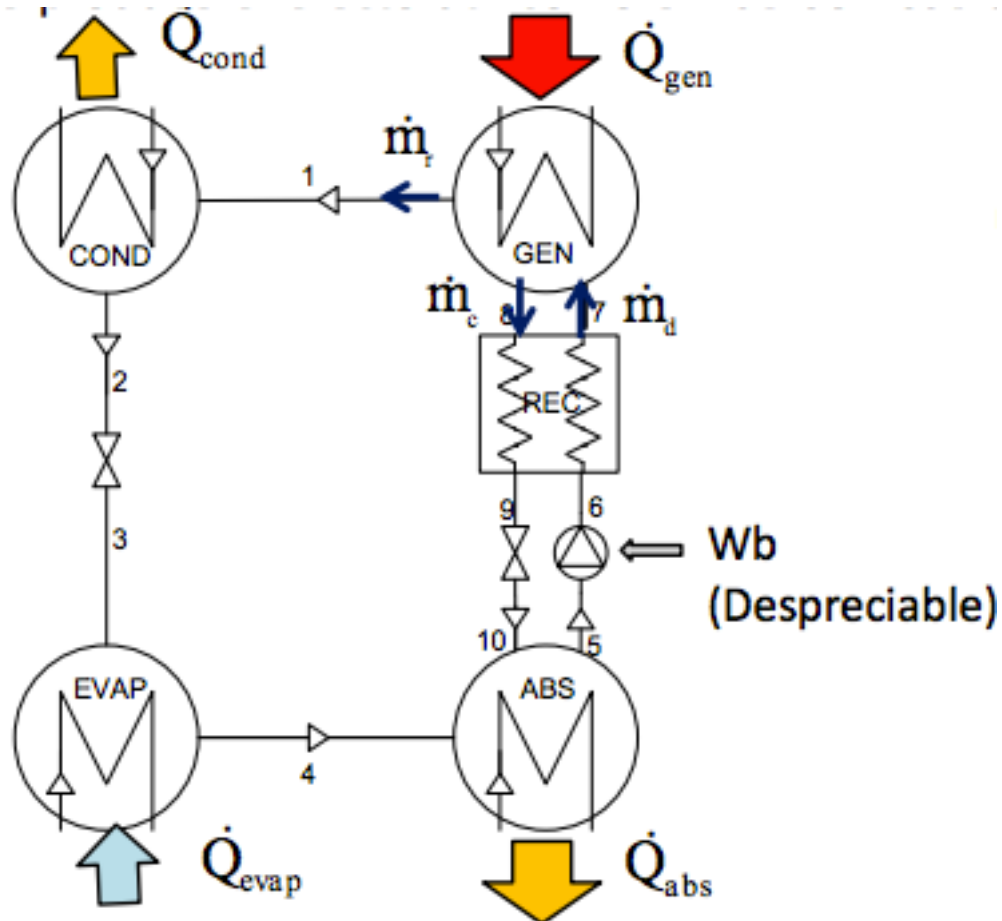


Ilustración 14. Esquema simplificado del ciclo térmico de una máquina de absorción de bromuro de litio. Fuente: apuntes de energías renovables.

En el generador, el agua que actúa como fluido refrigerante se evapora. El generador tiene una entrada de fluido caliente, y una salida de ese mismo fluido a una temperatura inferior.

El vapor que se ha generado en la etapa del generador, se condensa en la siguiente etapa donde se encuentra el condensador. Esto es posible por que existe un intercambio de energía con otro fluido que suele ser agua que proviene de una torre de refrigeración.

En la etapa del evaporador es donde se produce el frío que se va a utilizar en la instalación. En esta etapa disponemos de una temperatura que oscila entre 5 y 10 °C.

En la última etapa se encuentra el absorbedor donde se recoge el vapor generado de la etapa anterior y lo absorbe en la disolución de bromuro de litio. La concentración de bromuro de litio disminuye, produciendo calor que es necesario evacuar.

3.7 SISTEMA DE CONTROL

Hay una serie de variables a controlar, en unos casos mediante los lazos de control apropiados o mediante enclavamientos limitativos. Los parámetros a controlar de forma genérica en el motor pueden ser los siguientes:

- Presión en el cárter.
- Niebla en el cárter.
- Presión de aceite en la descarga de la bomba de lubricación.
- Revoluciones del turbocompresor.
- Presión de descarga del turbocompresor.
- Presión de gases de escape.
- Temperatura de gases de escape.
- Revoluciones del motor.
- Posición del volante de inercia.
- Posición y temperatura en cada cámara de combustión.
- Sistema contra detonación.
- Vibración del cigüeñal.
- Temperatura de cojinetes.
- Temperatura del agua de refrigeración de las camisas.
- Temperatura del agua de refrigeración del aceite.

4. CONDICIONES DE DISEÑO

4.1 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La planta de cogeneración para el entorno climático de Madrid a través de un motor alternativo se encuentra situada en la siguiente dirección:

Situación: Madrid

Término Municipal: Leganés

Código postal: 29812

Dirección: Calle Carlos III, nº8

Teléfono: 91 624 99 98

4.2 DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DEPORTIVO

4.2.1 HORARIO DE APERTURA

El horario del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano se distingue según en la estación anual que nos encontremos, es decir, se diferencia entre un horario de invierno y otro de verano, esto es debido a un ajuste de los horarios de utilización de las actividades de la demanda del cliente.

Suponemos que el horario de verano corresponde a los meses de Junio, Julio y Agosto, por consiguiente el resto del año corresponde al horario de invierno.

El horario de invierno es el siguiente:

DIAS	HORARIO
Lunes-Viernes	08:00-23:00 horas
Sábado	09:00-21:00 horas
Domingo y festivos	09:00-15:00 horas

Tabla 3. Horario de invierno del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.

El horario de verano es el siguiente:

DIAS	HORARIO
Lunes-Viernes	08:00-16:00/18:00-22:00 horas
Sábado	09:00-15:00 horas
Domingo y festivos	09:00-15:00 horas

Tabla 4. Horario de verano del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.

Respecto al horario de verano, se debe de realizar un inciso. Las vacaciones de verano se producen durante una semana del mes de agosto. Esto se puede observar en los anexo I,II y III, donde se puede apreciar los consumos de esa semana que son nulos. Esta singularidad no nos va a afectar a la hora del diseño de la instalación para determinar la potencia del motor alternativo, ya que tomaremos datos medios para el dimensionamiento de este. En lo único que si nos va a afectar será en la utilización del motor y el tiempo de funcionamiento de este, pero como se verá más adelante, utilizaremos un factor de utilización del motor de cogeneración del 94% del tiempo total que se encuentra abierta la instalación del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.

4.2.2 ACTIVIDADES EN EL CENTRO DEPORTIVO

El Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano cuenta con las siguientes actividades de:

- Piscina deportiva
- Sauna
- Gimnasio
- Salas de actividades
- Pista de tenis
- Pabellón deportivo

Todas estas actividades tienen relación de un modo directo o indirecto con la demanda de energía eléctrica y/o térmica del propio Centro Deportivo que se detalla a continuación.

4.2.3 SISTEMA ACTUAL DE ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA.

El Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano actualmente posee un sistema de demanda basado en la utilización de energías renovables a través de la instalación de unos paneles solares. Esta instalación está completada por dos calderas de apoyo instaladas en paralelo y sobredimensionadas para poder suministrar la demanda en los días en los que se necesite. Ambos sistemas se encuentran en paralelo, y controlados por un ordenador. En la siguiente imagen se puede observar el esquema de las dos calderas de apoyo y su comunicación con la piscina climatizada, el agua caliente sanitaria y el suelo radiante (siempre está desconectado).

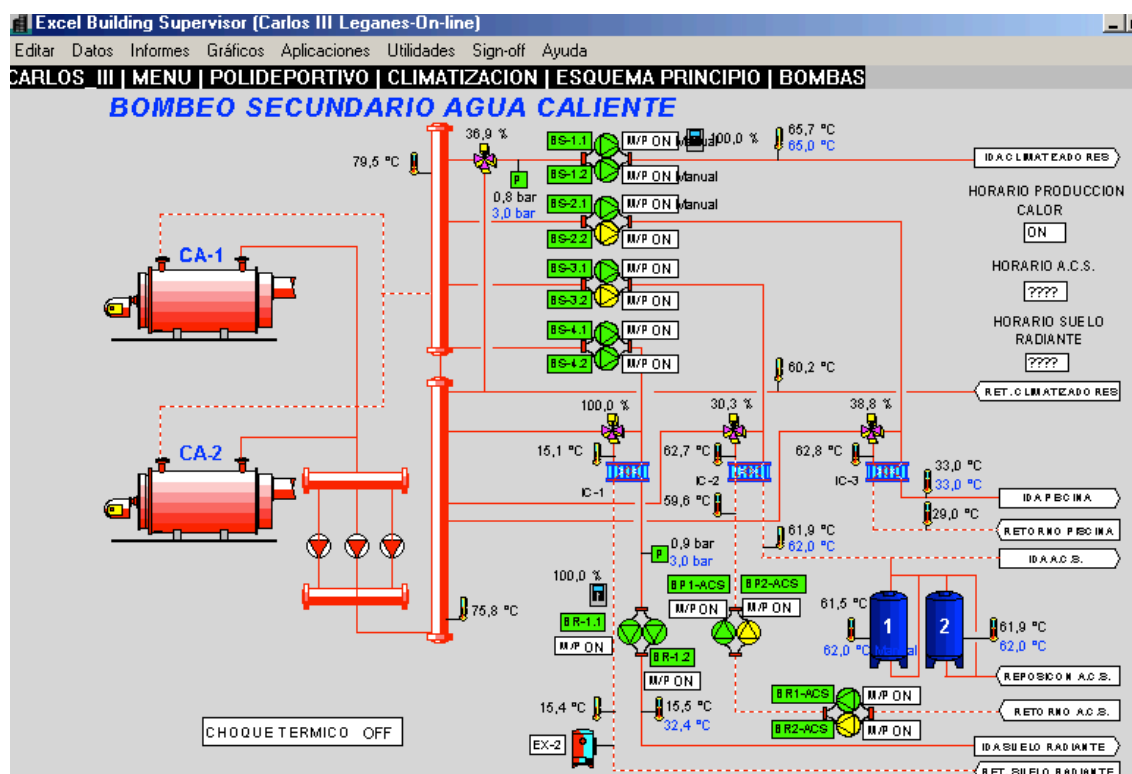


Ilustración 15. Esquema del sistema de abastecimiento de energía térmica del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano. Fuente: ilustración proporcionada por la empresa SERVIOCIO.

4.3 DEMANDA ENERGÉTICA DEL CENTRO DEPORTIVO

El Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano ha proporcionado los datos de demanda de electricidad (donde se incluye el sistema de refrigeración), de consumo de agua, tanto en sus instalaciones de vestuarios para uso de agua caliente sanitaria (ACS), como para la piscina de climatización.

Cabe destacar y señalar, que el consumo de climatización no es relevante en el estudio debido a que el polideportivo carece de ello. Únicamente posee un sistema de recirculación de aire (como se muestra como ejemplo en la ilustración 16) a través de unidades del tratamiento del aire (UTA) en los almacenes, la sala múltiple, el pabellón, la piscina climatizada y vestuarios. Para la climatización las oficinas del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano, se tiene dos *splits*, que su consumo queda incluido en el consumo general de electricidad proporcionado por la empresa, y es prácticamente despreciable respecto al resto de consumo ya que

su uso de funcionamiento depende principalmente de la estación del año, y de las personas que habitan dichas oficinas. Esta última información ha sido proporcionada por la propia empresa *Serviocio* del Centro Deportivo.

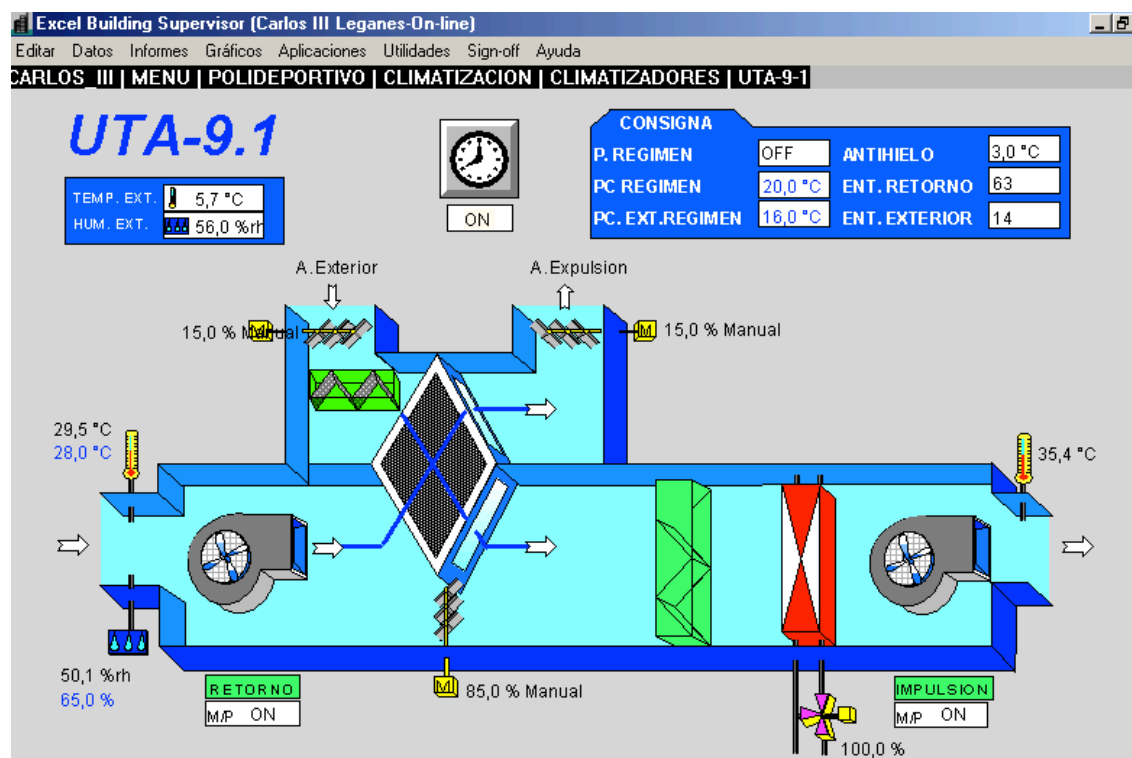


Ilustración 16. UTA 9.1 de la piscina climatizada del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano. Fuente: SERVICIO.

Tanto el gasto de consumo de agua como el consumo de combustible de gas natural, ha sido proporcionado por la empresa en unidades de volumen, concretamente en metros cúbicos (m³).

En cambio, el gasto de energía eléctrica ha sido proporcionado en unidades de energía, concretamente en kWh., siendo el intervalo de tiempo de gasto durante el periodo que se encuentra abierta la instalación.

En las siguientes tablas, se muestra de manera resumida el consumo de energía térmica para agua caliente sanitaria y energía electricidad a lo largo del año 2011. Para el cálculo de estos resultados se ha considerado las siguientes hipótesis de partida.

- Durante el verano, se han considerado los meses de junio, julio y agosto. Las horas de funcionamiento se han calculado por una media ponderada, dando más peso al horario de entre semana.

$$\bar{x} = \frac{5\text{dias} \cdot 12\text{horas}}{7\text{horas}} + \frac{1\text{dias} \cdot 16\text{horas}}{7\text{horas}} + \frac{1\text{dias} \cdot 6\text{horas}}{7\text{horas}} \approx 10,3\text{horas}$$

siendo:

\bar{x} = media de horas ponderadas al día

- Durante la época de invierno, los meses restantes, se ha procedido para el cálculo de las horas de la misma forma anterior.

$$\bar{x} = \frac{5\text{dias} \cdot 15\text{horas}}{7\text{horas}} + \frac{1\text{dias} \cdot 12\text{horas}}{7\text{horas}} + \frac{1\text{dias} \cdot 6\text{horas}}{7\text{horas}} \approx 13,3\text{horas}$$

siendo:

\bar{x} = media de horas ponderadas al día

- Para el cálculo de la energía necesaria para el agua caliente sanitaria y la piscina de climatización se ha utilizado se ha utilizado la expresión.

$$Q = \dot{m} \cdot C_e \cdot (T_{sum} - T_{red})$$

siendo:

Q = energía transferida [kW]

\dot{m} = gasto másico [kg/s]

C_e = calor específico del agua [kJ/kg*K]

T_{sum} = Temperatura de suministro [K]

T_{red} = Temperatura de red [K]

- La temperatura de suministro de la piscina climatizada es de aproximadamente 30°C.
- La temperatura de suministro del agua caliente sanitaria es de aproximadamente 60°C.
- La temperatura del agua de red, es la temperatura media del agua de la red general mes a mes. (Ver anexo IV)

4.3.1 DEMANDA ENERGÉTICA ELÉCTRICA

En la siguiente tabla-resumen y gráfico se muestra la demanda energética eléctrica mensual del año 2011 del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano. Para ver los cálculos mas detallados consultar el anexo I.

ELECTRICIDAD AÑO 2011	
MES	MEDIA diaria de cada MES (kWhe)
ENERO	314,2580645
FEBRERO	331,8928571
MARZO	336,3225807
ABRIL	284,5
MAYO	262,4516129
JUNIO	234,8666667
JULIO	180,3225806
AGOSTO	109,6774193
SEPTIEMBRE	230,4333334
OCTUBRE	273,8064516
NOVIEMBRE	305,4333333
DICIEMBRE	287,1612903
TOTAL	3303,999977
MEDIA mensual del 2011	275,3333314

Tabla 5. Demanda de energía eléctrica durante el año 2011. Fuente: Propia.

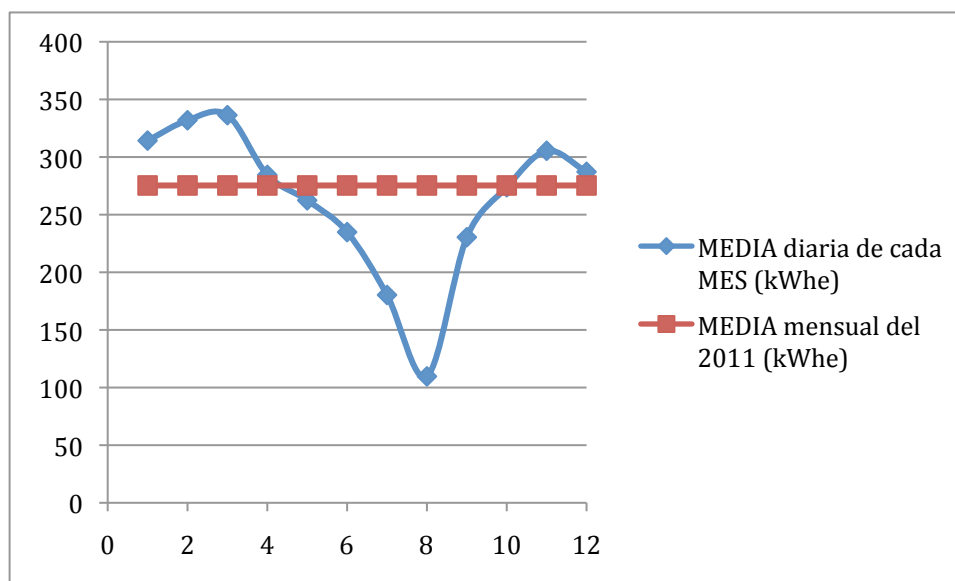


Gráfico 5. Demanda de energía eléctrica durante el año 2011. Fuente: Propia.

4.3.2 DEMANDA DE ENERGÍA TÉRMICA DE LA PISCINA CLIMATIZADA

En la siguiente tabla-resumen y gráfico se muestra la demanda energética térmica de la piscina de climatización mensual del año 2011 del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano. Para ver los cálculos mas detallados consultar el anexo II.

AGUA PISCINA AÑO 2011	
MES	MEDIA diaria de cada MES para piscina (kWht)
ENERO	325,6354839
FEBRERO	331,5159498
MARZO	368,6715054
ABRIL	335,8607527
MAYO	336,1978494
JUNIO	254,9395033
JULIO	184,134255
AGOSTO	846,6172811
SEPTIEMBRE	327,2086022
OCTUBRE	240,4249104
NOVIEMBRE	338,1080646
DICIEMBRE	434,8548386
TOTAL	4324,168996
MEDIA mensual del 2011	360,3474164

Tabla 6. demanda de la energía térmica de la piscina climatizada durante el año 2011. Fuente: Propia.

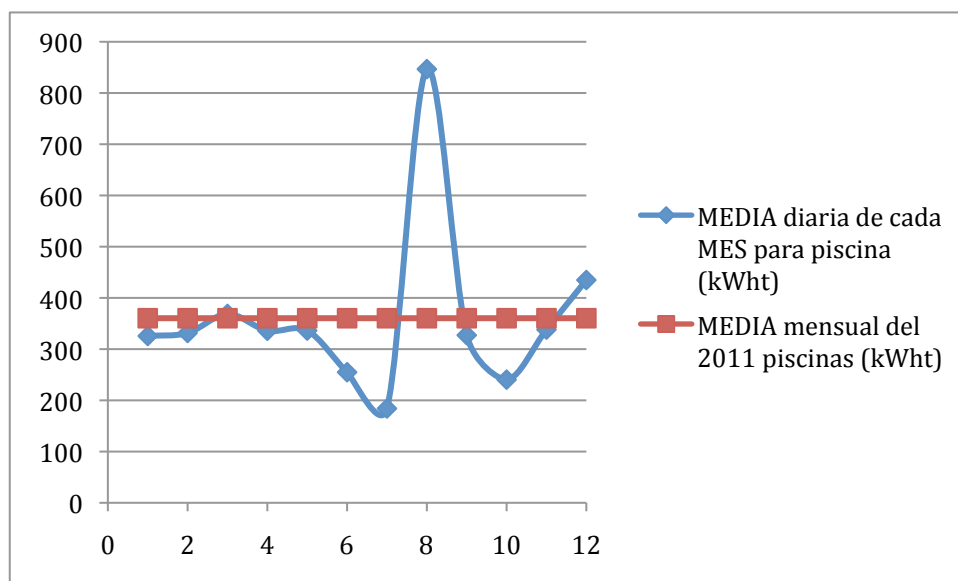


Gráfico 6. Demanda de energía térmica de la piscina climatizada durante el año 2011. Fuente: Propia.

4.3.3 DEMANDA DE ENERGÍA TÉRMICA DEL AGUA CALIENTE SANITARIA

En la siguiente tabla-resumen y gráfico se muestra la demanda energética térmica del agua caliente sanitaria mensual del año 2011, correspondiente a los vestuarios del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano. Para ver los cálculos mas detallados consultar el anexo III.

AGUA DUCHA AÑO 2011	
MES	MEDIA diaria de cada MES para ducha (kWht)
ENERO	918,2516128
FEBRERO	1001,177419
MARZO	1217,593548
ABRIL	932,4096774
MAYO	1013,312903
JUNIO	667,2691244
JULIO	424,4834102
AGOSTO	294,5668203
SEPTIEMBRE	861,6193549
OCTUBRE	972,8612904
NOVIEMBRE	1035,56129
DICIEMBRE	811,0548387
TOTAL	10150,16129
MEDIA mensual del 2011	845,8467742

Tabla 7. Demanda de la energía térmica de las duchas durante el año 2011. Fuente: Propia.

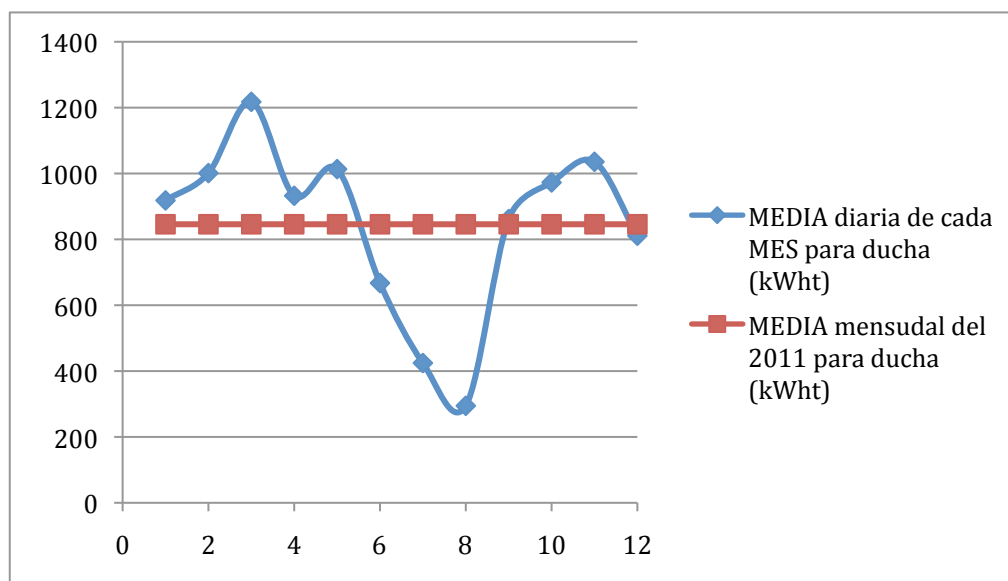


Gráfico 7. Demanda de energía térmica de ducha durante el año 2011. Fuente: Propia.

4.3.4 DEMANDA DE ENERGÍA TÉRMICA TOTAL

En la siguiente tabla-resumen y gráfico se muestra la demanda energética térmica del total demandado durante el año 2011 en el Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano, es decir la suma de la demanda de la energía térmica de la piscina y el agua caliente sanitaria (duchas).

Cabe señalar, que este año de estudio 2011, la demanda térmica de piscinas en la época del cierre de vacaciones comentada con anterioridad, se vació la piscina y se volvió a llenar. Esa singularidad producida en este año se aprecia en la línea del gráfico 8 de demanda de la piscina (color rojo). Si esta particularidad no existiera la demanda anual de energía térmica sería bastante estable y homogénea, disminuyendo un poco en los meses de verano debido a las altas temperaturas.

TOTAL TÉRMICA 2011	
MES	MEDIA diaria de cda MES TOTAL (kWht)
ENERO	1243,887097
FEBRERO	1332,693369
MARZO	1586,265054
ABRIL	1268,27043
MAYO	1349,510753
JUNIO	922,2086278
JULIO	608,6176652
AGOSTO	1141,184101
SEPTIEMBRE	1188,827957
OCTUBRE	1213,286201
NOVIEMBRE	1373,669355
DICIEMBRE	1245,909677
TOTAL	14474,33029
MEDIA mensual del 2011	1206,194191

Tabla 8. Demanda de la energía térmica total durante el año 2011. Fuente: Propia.

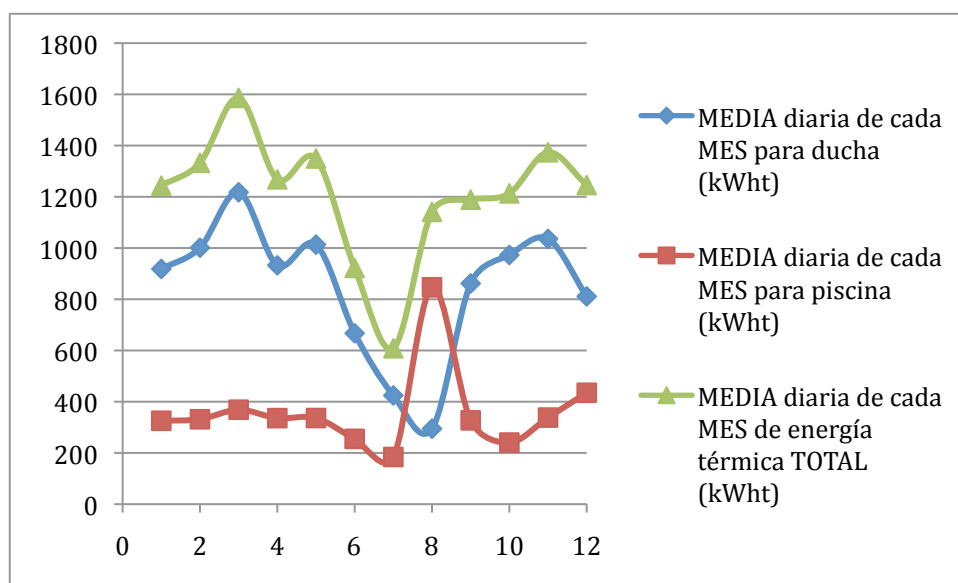


Gráfico 8. Demanda de la energía térmica total durante el año 2011. Fuente: Propia.

4.3.5 DEMANDA DE ENERGÍA TOTAL

En la siguiente gráfico se muestra la demanda energética total demandado durante el año 2011 en el Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano, es decir, la demanda energía eléctrica en kWhe y la demanda de energía

térmica en kWh. Analizando el gráfico se observa que el Centro Deportivo demanda mayor cantidad de energía térmica a lo largo del año que de energía eléctrica. Esto será un punto de apoyo a la hora del diseño de la instalación, ya que se comenzará el diseño a partir de cubrir la mayor demanda posible, y en este caso, es de energía térmica.

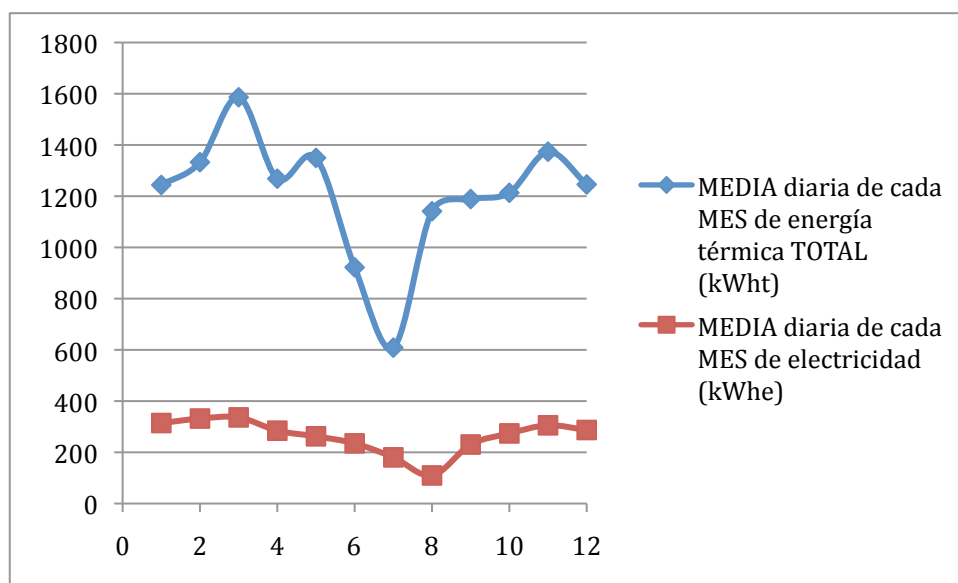


Gráfico 9. Demanda de la energía total durante el año 2011. Fuente: Propia.

5. CÁLCULO.

5.1 INTRODUCCIÓN.

Para cumplir con las expectativas de la demanda proporcionada por la empresa *Serviocio* encargada del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano, se necesita una maquinaria que nos proporcione la potencia suficiente para asegurar el suministro de energía térmica o energía eléctrica.

La potencia media y la potencia pico a lo largo del año 2011 es la siguiente:

AÑO 2011		
	Térmica	Eléctrica
Potencia media mensual (kW)	95	21
Potencia pico (kW)	220	42

Tabla 9. Potencia para el diseño de la instalación. Fuente: Propia.

Para poder cumplir el objetivo y realizar una instalación adecuada a la demanda, se ha partido de los datos de la potencia pico que se pueden alcanzar a lo largo del año, es decir, se realizará a priori un sobredimensionamiento de la instalación. Con esta primera idea, nos aseguraremos que el motor alternativo este funcionando prácticamente la totalidad de sus horas de apertura del centro, además de que la demanda anualmente crezca y aún así podamos seguir utilizando la instalación de cogeneración. Este tipo de proyecto es a largo plazo, y debemos de pensar en el futuro de este.

Para la realización de los cálculos estimados para el impacto ambiental y el estudio económico, se realizará con los datos de demanda media mensual.

Antes de comenzar a explicar la descripción del proceso que se ha realizado para la elección de la maquinaria específica, cabe señalar que se puede abarcar el estudio desde dos puntos de vista:

- Cumplir la demanda de energía térmica y vender el sobrante de energía eléctrica
- Cumplir la demanda de energía eléctrica.

En nuestro caso, y para que el proyecto pueda ser rentable en un estudio económico, realizaremos el estudio desde el primer punto de vista; diseñaremos la instalación con el objetivo de cumplir la demanda de energía térmica y a su vez,

vender la energía eléctrica sobrante a la red. Para ello la instalación contará con una conexión bilateral con la red, capaz de suministrarse a través de ella por el caso en el que fuera necesario, y además poder vender la electricidad excedente.

5.2 ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN.

La instalación contará con caldera de apoyo conectada en paralelo con el motor alternativo capaz de suministrar la demanda térmica diaria. A su vez, como se dijo anteriormente, el suministro eléctrico contará con una conexión biparalela con la red eléctrica.

A continuación se muestra el esquema simplificado del motor y la repartición del calor útil del agua de las camisas, el aceite de refrigeración y de los gases de escape en la ilustración 17. Todos los calores útiles, desembocan hacia el abastecimiento del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano, tanto en ACS (duchas) como en la piscina de climatización. Con esta repartición del calor útil conseguimos un mayor rendimiento térmico.

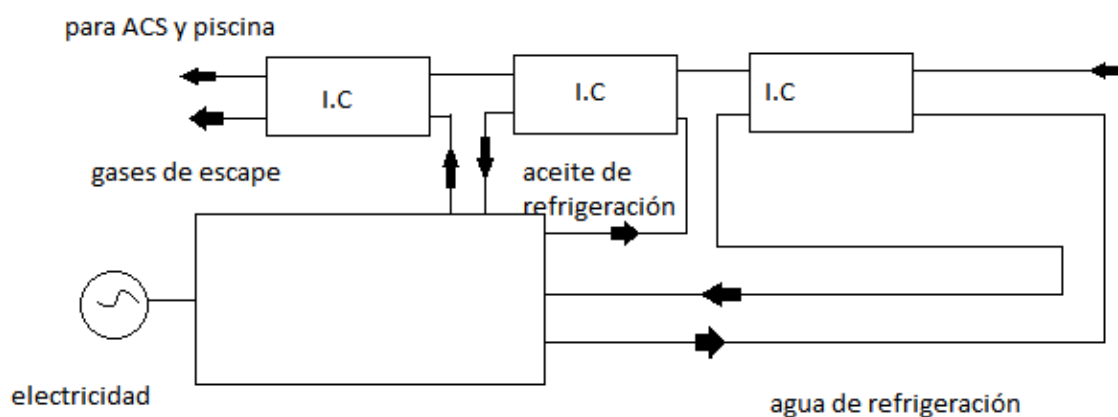


Ilustración 17. Esquema simplificado del motor y sus calores útiles. Fuente: Propia.

En la ilustración 18 se muestra el esquema general de la instalación. En paralelo al grupo motor, se instalará las calderas de apoyo. (Ver anexo VIII)

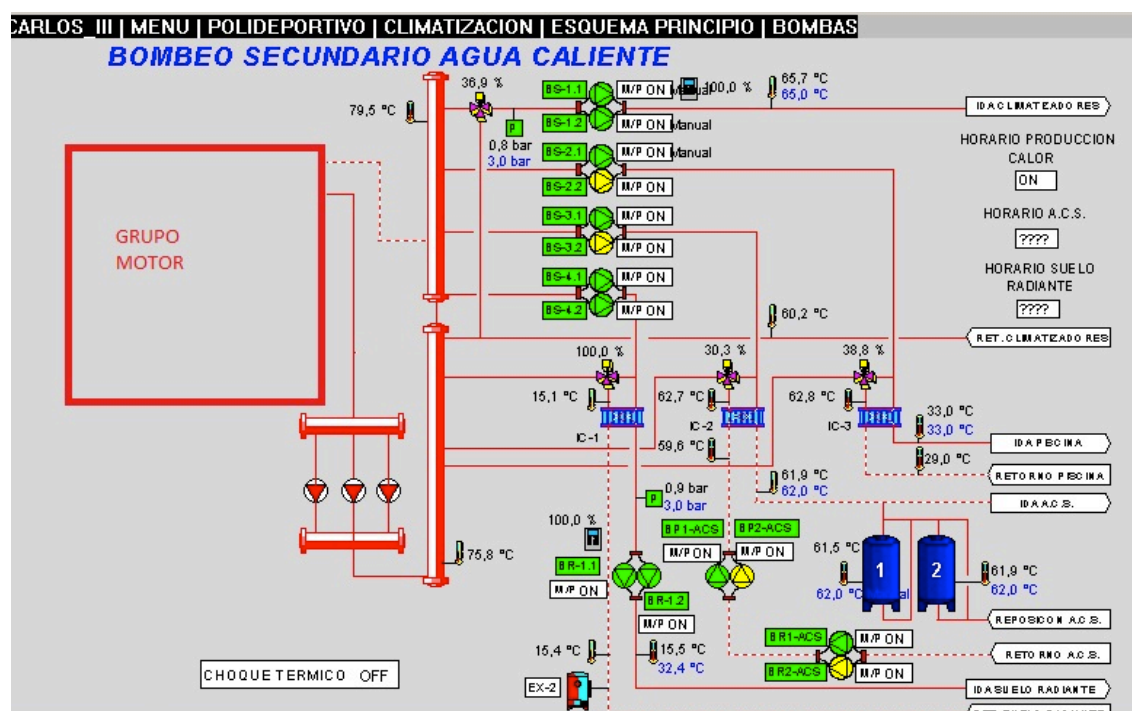


Ilustración 18. Esquema de la instalación de cogeneración. Fuente: Propia.

5.3 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN.

Para la realización del estudio y diseño de la planta de cogeneración se ha utilizado el *software Mathcad*. El cuál, a través de los distintos cálculos obtenidos se ha decidido por una solución u otra.

Las hojas de cálculo de *Mathcad* (ver anexo V) muestran los primeros resultados obtenidos de los distintos motores que se han seleccionado.

En la resolución se ha destacado la elección de distintos tipos de motores, con distintas marcas y diferentes especificaciones técnicas, que combinándolos con las demandas proporcionadas por el Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano se ha calculado los datos de emisión de CO₂, cantidad de energía que puede ser vendida a la red, y un primer cálculo del estudio económico.

Los motores que se han elegido para el estudio y poder compararlos entre ellos para la instalación de la planta de cogeneración, son los siguientes:

FABRICANTE	PASCH&CIA	PASCH&CIA	PASCH&CIA	GASPOWER	GASPOWER
MOTOR	P2842DN	E2842DNH	E2842DN	IVECO	SCANIA
Rend. Eléctrico (%)	32,3	32,6	35,4	30	33
Rend. Térmico (%)	58,4	54,7	55,8	58	59
POTENCIA (kWe)	185	211	215	120	90
POTENCIA (kWt)	334	354	338	232	160

Tabla 10. Selección de motores. Fuente: energuía.

La especificación técnica de los motores de cogeneración se ha determinada gracias a *energuía*. (Ver anexo VII)

5.4 HOJA DE CÁLCULO DE MATHCAD.

Para el dimensionamiento de la instalación y elección del motor de cogeneración nos hemos apoyado en la hoja de *Mathcad* que se puede ver en el anexo V.

Al comienzo de la hoja de *Mathcad* se han introducido las demandas de electricidad y energía térmica totales, es decir, la suma de el agua caliente sanitaria (duchas) y la piscina climatizada.

A continuación se ha corroborado que nuestra planta de cogeneración debe de diseñarse intentando cumplir la demanda de energía térmica, ya que esta es mucho mayor que la demanda de electricidad del Centro Deportivo.

Para el diseño de la instalación se han necesitado los valores de demanda pico de año 2011, y los valores medios mensuales del año 2011. A partir de los valores de demanda pico, en especial el valor de energía térmica (ver tabla 9), ya que vamos a diseñar respecto a este, se ha calculado la potencia mínima eléctrica que debe de proporcionar el motor. Para ello hemos seleccionado una gama de motores (ver tabla 10) y respecto a sus rendimientos se ha calculado dicha potencia.

Las especificaciones técnicas de cada motor se han introducido en una vector, para simplificar el calculo de la instalación y así cambiando los datos de estos, nos proporcionarían todas las variables del estudio: potencia eléctrica, consumo, diferencia de potencia eléctrica respecto a la demanda, precio de combustible, emisiones de CO₂, rendimiento eléctrico equivalente, índice de ahorro de combustible, etc.

En el propio *Mathcad*, en los apartados del cálculo de energía anual para ambos sistemas de estudio (sistema convencional y el sistema de cogeneración), se realiza mención de la disponibilidad del motor del 94% en base a las 4600 horas que la instalación está en funcionamiento a lo largo del año. Esta disponibilidad de en total 4324 horas, se debe a dos factores. El primero de ellos es como se ha comentado en el apartado 4.2.1 (horario de apertura del Centro Deportivo) donde se encuentra la piscina climatizada cerrada durante una semana debido al periodo vacacional. El segundo factor, se debe a las posibles paradas del sistema para mantenimiento u otros imprevisto. La disponibilidad del 94% es un valor supuesto.

En el apartado de estudio económico de la hoja de *Mathcad* es una primera aproximación de la rentabilidad y amortización del precio del grupo motor y la suma de un supuesto precio de mantenimiento. En el apartado 8 (*Estudio Económico*), se realiza una descripción con mayor detalle de la solución elegida y del tiempo de amortización.

6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA.

Después de haber realizado el cálculo de las distintas posibilidades de motores que se mostraban en apartados anteriores, se debe de realizar un análisis de los resultados obtenidos para la planta de cogeneración que se quiere instalar en el Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.

Para un seguimiento más fácil se exponen a continuación los resultados obtenidos en una tabla, donde a partir de ella seleccionaremos un motor u otro.

En la siguiente tabla se muestra los siguientes parámetros:

- El rendimiento eléctrico, proporcionado por energuía. (Ver anexo VII)
- El rendimiento térmico, proporcionado por energuía. (Ver anexo VII)
- Rendimiento total, es la suma del rendimiento eléctrico y térmico.
- Potencia eléctrica, proporcionada por *energuía*. (Ver anexo VII)
- Potencia térmica, calculada según la siguiente expresión:

$$Q = \frac{W \cdot \eta_{ter}}{\eta_{ele}}$$

- Rendimiento eléctrico equivalente:

$$REE = \frac{W_{NET}}{F - \frac{Q_{util}}{\eta_{cal}}}$$

siendo:

- W_{NET} = Potencia eléctrica de la planta de cogeneración.
- F = Combustible consumido por la planta de cogeneración.
- Q_{util} = Calor útil producido por la planta de cogeneración.
- η_q = Rendimiento de la caldera para producir el calor útil. Se supone que es 90%.

- Factor de utilización de energía:

$$FUE = \frac{W_{NET} - Q_{util}}{F}$$

- Ahorro de emisiones de CO₂.
- Índice de ahorro de energía

$$IAE = \frac{\Delta F}{\frac{Q_{util}}{\eta_{cal}} + \frac{W_{NET}}{\eta_{ma} \cdot \eta_{gen}}}$$

siendo:

- W_{NET} = Potencia eléctrica de la planta de cogeneración.
 - F = Combustible consumido por la planta de cogeneración.
 - Q_{util} = Calor útil producido por la planta de cogeneración.
 - η_q = rendimiento de la caldera para producir el calor útil. Se supone que es 90%.
 - η_{gen} = rendimiento del generador. Se supone 95%.
 - η_{ma} = rendimiento del motor alternativo. (Ver anexo VII)
- Precio de la maquinaria.

Otro factor que aparece en la tabla es si cumple la demanda eléctrica del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.

A pesar de haber diseñado en base a cumplir la demanda de energía térmica, uno de los motores seleccionados para su estudio, no cumple con la potencia mínima exigida para cumplir con dicha demanda de energía térmica. Por lo tanto se debe de realizar un estudio, considerando que en los momentos en que la potencia del motor no sea suficiente, las calderas de apoyo deben de respaldarlo.

No obstante se procederá a su estudio económico de la misma manera que el resto de motores.

FABRICANTE	PASCH&CIA	PASCH&CIA	PASCH&CIA	GASPOWER	GASPOWER
MOTOR	P2842DN	E2842DNH	E2842DN	IVECO	SCANIA
Rend. Eléctrico (%)	32,3	32,6	35,4	30	33
Rend. Térmico (%)	58,4	54,7	55,8	58	59
Rend. Total (%)	90,7	87,3	91,2	88	92
POTENCIA (kWe)	185	211	215	120	90
POTENCIA (kWt)	334	354	338	232	160
REE (%)	91,7	83,1	92,8	84,4	94,8
FUE (%)	90,6	87,3	91,1	0,88	91,7
Ahorro de emisiones CO2 anual (Tn)	23,1	20,7	24,8	20,1	24,4
Índice de Ahorro de energía (%)	39,3	37,8	38,2	39,2	39,5
¿Cumple demanda eléctrica?	SI	SI	SI	SI	NO
PRECIO MAQUINARIA (€)	148000	168800	172000	96000	72000

Tabla 11. Comparación de motores estudiados. Fuente: Propia.

A continuación se compara a través de la tabla 12, un resumen de los datos económicos de recuperación del capital de todos los motores en funcionamiento a lo largo de 10 años. Para ver los cálculos detallados, ver anexo VI.

FABRICANTE	MOTOR	Periodo de retorno de la inversión (años)	G/P acumulada a los 10 años (€)
PASCH&CIA	P2842DN	3,5	341770
PASCH&CIA	E2842DNH	3,6	363422
PASCH&CIA	E2842DN	3,2	4231132
GASPOWER	IVECO	3,8	335158
GASPOWER	SCANIA	NO	-842448

Tabla 12. Comparación económica de los motores. Fuente: Propia.

Observando los resultados, hemos descartado el motor *Scania* del fabricante *Gaspower*, debido principalmente a que no cumple la demanda térmica del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano. No obstante se ha calculado que días del año 2011 no cumple dicha demanda como muestra la siguiente gráfica.

Se observa que son 3 días al año los que no cumple con el motor *Scania* con dicha demanda diaria. Estos días se suministra el calor demandado gracias a las calderas de apoyo. Se ha desechado este motor, debido a que no es viable económicamente. (Ver anexo VI)

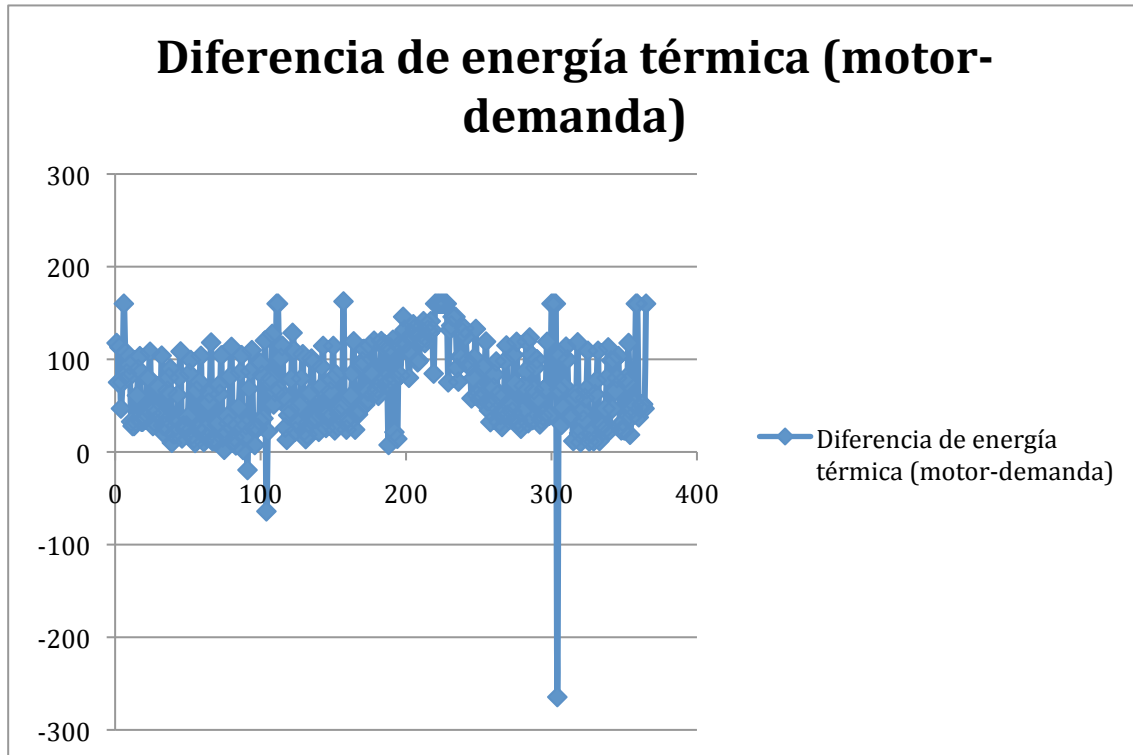


Gráfico 10. Diferencia de energía térmica entre el motor SCANIA y la demanda diaria. Fuente: Propia

Referente al plano de ahorro de emisiones, el resto de motores ahorran entre el 20 y el 25 % de CO₂ respecto al sistema convencional. Por lo tanto son muy similares en este sentido. Estos motores también poseen un rendimiento equivalente de electricidad mayor del 55%, tal como exige la normativa del Real Decreto 661/2007 para poder ser escritas como instalaciones de alta eficiencia y poder acogerse a la venta de energía eléctrica hacia la red.

Por otro lado, y bajo los parámetros de retorno de la inversión, y enlazando con la última frase del párrafo anterior, la amortización de la instalación se encuentra entre 3,2 y 3,8 años.

Desde un punto de vista económico y empresarial, se podría instalar en el Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano el motor *E2842DN*, del fabricante *PASCH&CIA*, ya que el periodo de amortización es el más corto y será el que mayor beneficios nos aporte a lo largo de 10 años (Ver anexo VI). Cabe destacar que el motor posee una potencia de 215 kWhe, por lo tanto si se decide instalar dicho motor en la

planta de cogeneración, la instalación está actualmente muy sobredimensionada. Este aspecto no es de gran importancia, debido a que desde un enfoque empresarial y de crecimiento, se espera y se estima que la demanda del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano aumente, y con ello, proporcionalmente, los beneficios de la empresa *Serviocio*.

Desde un punto de vista ecológico, el motor anteriormente mencionado, también es el que mayor tasa de ahorro de CO₂ presenta, con casi un 25% respecto al sistema convencional. Por lo tanto podemos establecer que una de las posibles mejores soluciones respecto a los motores estudiados y los parámetros analizados es el motor *E2842DN*, del fabricante *PASCH&CIA*.

7. IMPACTO AMBIENTAL.

Uno de los objetivos propuestos al principio de esta memoria, ha sido la disminución de los gases de contaminación, con el beneficio que ello tiene en este mundo en el que vivimos. En principio, gracias al combustible que se ha elegido para esta planta de cogeneración, gas natural, se asegura un mínimo impacto sobre el medio ambiente respecto al resto de combustibles. No obstante y a pesar de que este impacto sea mínimo se debe de calcular y pronosticar cuanto será su varianza.

En el apartado 5 dedicado a los cálculos relacionados a la elección del tipo de motor dependiendo de distintos factores, uno de ellos correspondía a la cantidad de CO₂ ahorrado anualmente utilizando la tecnología de cogeneración.

A continuación se describe y se detalla el estudio realizado en la hoja de cálculo de *Mathcad* sobre la emisión de CO₂ de la planta de cogeneración seleccionada en el apartado anterior, en relación con la instalación que existe actualmente en el Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.

La planta de cogeneración emite mayor CO₂ que una simple central de gas natural para satisfacer la demanda de energía térmica. La ventaja esencial de los sistemas de cogeneración respecto al impacto ambiental, se trata cuando esta emite menos CO₂ que la suma de una central térmica y una central eléctrica conjuntamente, es decir, volvemos a las ventajas mencionadas al comienzo del trabajo sobre el aprovechamiento de dos o más tipos de energías (en nuestro caso, energía térmica y eléctrica) en un solo sistema y con normalmente menos cantidad de combustible que un sistema convencional produciría energía térmica únicamente.

Para el cálculo del ahorro de emisiones de CO₂ se realiza una comparación entre la cantidad de CO₂ que se produce en un sistema convencional y la cantidad de CO₂ que se produce en un sistema con tecnología de cogeneración.

En nuestro caso, la cantidad de CO₂ ahorrado se expresa de la siguiente manera:

$$\Delta CO_2 = \left(\frac{Q_{util}}{\eta_{cal}} \cdot RCO_{2gn} + W_{neta} \cdot RCO_{2e} \right) - F_{cogen} \cdot RCO_{2gn}$$

Siendo:

- RCO_{2gn}= 0,22 kg/kWhe
- RCO_{2e}= 0,39 kg/kWhe

El ahorro anual de emisión de CO₂ de los motores es:

FABRICANTE	MOTOR	Ahorro de CO ₂ (Tn)
PASCH&CIA	P2842DN	163
PASCH&CIA	E2842DNH	160
PASCH&CIA	E2842DN	190
GASPOWER	IVECO	95
GASPOWER	SCANIA	83

Tabla 13. Comparación de motores y su ahorro de CO₂ respecto al sistema convencional. Fuente: Propia.

El ahorro porcentual entre ambos sistemas es:

$$\Delta CO_2(\%) = \frac{\Delta CO_2}{\left(\frac{Q_{util}}{\eta_{cal}} \cdot RCO_{2gn} + W_{neta} \cdot RCO_{2e} \right)}$$

Siendo:

- RCO_{2gn}= 0,22 kg/kWhe
- RCO_{2e}= 0,39 kg/kWhe

El porcentaje de ahorro anual respecto al sistema convencional es de:

FABRICANTE	MOTOR	Ahorro de CO ₂ (%)
PASCH&CIA	P2842DN	23,1
PASCH&CIA	E2842DNH	20,7
PASCH&CIA	E2842DN	24,8
GASPOWER	IVECO	20,1
GASPOWER	SCANIA	24,4

Tabla 14. Ahorro porcentual de CO₂ en relación al sistema convencional. Fuente: Propia.

Ambos cálculos pertenecen a la hoja de *Mathcad*. (Ver anexo V)

8. ESTUDIO ECONÓMICO.

8.1 INTRODUCCIÓN.

Después de haber realizado un estudio cualitativo sobre el tipo de motor que se ha seleccionado. Se va a proceder a continuación a realizar un estudio cuantitativo referente a la rentabilidad del proyecto y a su presupuesto para llevarlo a cabo. Cabe destacar que los presupuestos de los grupos de cogeneración, el mantenimiento de estos, el seguro, etc, han sido estimados según la tabla 2.

El presupuesto de la mano de obra cualificada para la instalación de la planta de cogeneración se ha supuesto.

El presupuesto de la caldera de apoyo sobredimensionada para la instalación que será utilizada siempre y cuando el grupo de cogeneración se encuentre en proceso de mantenimiento o por causas externas, se ha obtenido de www.euroair.es (ver anexo VIII),

El precio de combustible del gas natural y de la energía eléctrica, procede de la última factura del mes de mayo de 2012.

Por otro lado el precio de venta de electricidad a la red procede de la revisión del Boletín Oficial del Estado *“Orden IET/3586/2011, de 30 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2012 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial”*.

8.2 PRESUPUESTO

A continuación se realiza el presupuesto del motor elegido:

Grupo de cogeneración E2842DN.....	172.000€
Mantenimiento del grupo de cogeneración.....	17.200€
Seguro de la instalación.....	8.600€
Caldera de respaldo WOLF (x2).....	5.120€
Mano de obra.....	5.000€

TOTAL.....213.040€

Gastos generales (15%).....	31.956 €
-----------------------------	----------

TOTAL.....244.996€

Beneficio industrial (10%).....	24.449€
---------------------------------	---------

TOTAL.....269.935€

I.V.A (18%).....	48.558€
------------------	---------

TOTAL PRESUPUESTO...318.523€

8.3 ESTUDIO DE RENTABILIDAD

El estudio de rentabilidad detallado en el anexo VI de cada tipo de motor, se ha realizado en base a los valores mensuales medios de las demandas para describir el comportamiento concreto de la planta de cogeneración cubriendo la totalidad de la demanda de térmica.

En el estudio de cada motor, se especifica la electricidad que es vendida, dependiendo del tipo de motor y de las horas de funcionamiento de la planta de cogeneración, que como queda explicado en el apartado 5.4, es de 4324 horas. También se establece el coste de la materia prima. Este también depende del tiempo de funcionamiento de la planta de cogeneración.

En base a este apartado, cabe destacar que el único motor que ha presentado problemas de amortización, ha sido el quinto motor. Los demás motores, como puede verse en las gráficas finales de cada estudio de motor del anexo VI, presenta un tiempo de amortización razonable de entre 3 y 4 años.

9. CONCLUSIÓN.

En el presente documento se ha realizado el TFG sobre el *“Diseño de una instalación de cogeneración para un polideportivo en el entorno climático de Madrid”*. Este polideportivo corresponde al Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano de Leganés. Su periodo de apertura corresponde a todos los días del año, excluyendo los días festivos nacionales y el periodo de una semana vacacional en el mes de agosto. En base a este horario, el polideportivo presenta una demanda de energía eléctrica y térmica que ha sido estudiada para poder dar una solución alternativa al abastecimiento del propio centro deportivo. La solución adoptada y estudiada se ha basado en la tecnología de cogeneración, ya que el objetivo primordial para la

empresa que regenta dicho espacio deportivo, *Serviocio*, es proporcionar un autoabastecimiento de la demanda eléctrica/térmica y por consiguiente ahorrar en la factura de ambas, y si es posible, aumentar los beneficios debido a la venta de electricidad a la red.

El presente estudio ha conseguido reducir la dependencia de energía externa y esto a proporcionado en consecuencia una reducción en las emisiones de CO₂ y una disminución en el consumo de energía primaria (gas natural). A pesar de haber seleccionado un motor como la posible mejor solución del estudio, se ha podido observar, que la cogeneración abarca varios factores de múltiples ventajas, donde el pequeño inversionista puede sacarle beneficio económicamente debido a las primas que se presentan.

En el caso de que este tipo de primas se anulasen, el sentido de rendimiento económico de la cogeneración para el pequeño inversor pasaría a un segundo plano, prevaleciendo un autoconsumo y una reducción de la energía primaria en el edificio que proporcionalmente se consigue disminuir la emisión de gases de CO₂.

Considero que los objetivos mencionados al principio del TFG han sido estudiados y demostrados. La tecnología de cogeneración no solo puede proporcionar un autoabastecimiento, si no que puede generar un rendimiento económico, y a su vez ser respetuosa con el medio ambiente comparándola con los sistemas convencionales.

A nivel personal la realización de este proyecto me ha gratificado considerablemente, ya que he podido ampliar mis conocimientos en un área que desconocía como es la tecnología de cogeneración. Entender el funcionamiento y las distintas aplicaciones de este tipo de tecnología me ha proporcionado una visión global de las posibilidades que en un futuro pueda tener yo en mi propia casa a través de un autoabastecimiento de la demanda.

10. BIBLIOGRAFÍA.

- “Guía de cogeneración” Publicada por la Consejería de Economía y Hacienda y la fundación de energía, de la Comunidad de Madrid. 2010.
- Apuntes de Instalaciones Fluidotérmicas. Poligeneración.
- “Cogeneración. Diseño, Operación y Mantenimiento de plantas”. Autor: Santiago García Garrido, Editorial: Diaz de Santos.
- “Cogeneración” 2º edición. Autor: Mario Villares Martín. Editorial: Fundación Confemetal.
- “Motores de combustión interna alternativos”. Autor: Prof. F. Payri. Editorial: Reverté
- factura de iberdrola
- facturas de endesa
- www.euroair.es
- www.lusine.es
- www.plantasdecogeneracion.com
- www.cosspp.com
- www.energuia.com
- www.censolar.es

ANEXO I. Cálculo de demanda de energía eléctrica del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.

ELECTRICIDAD ENERO 2011			
DIA	CONTADOR (kWh)	ENERGIA ENE-2011 (kWh)	POTENCIA ENE-2011 (kW)
1	2228	0	0
2	2848	620	46,61654135
3	3094	246	18,4962406
4	3431	337	25,33834586
5	3786	355	26,69172932
6	3786	0	0
7	4240	454	34,13533835
8	4567	327	24,58646617
9	4841	274	20,60150376
10	5070	229	17,21804511
11	5422	352	26,46616541
12	5784	362	27,21804511
13	6140	356	26,76691729
14	6470	330	24,81203008
15	6800	330	24,81203008
16	7090	290	21,80451128
17	7334	244	18,34586466
18	7695	361	27,14285714
19	8060	365	27,44360902
20	8404	344	25,86466165
21	8742	338	25,41353383
22	9088	346	26,01503759
23	9381	293	22,03007519
24	9614	233	17,51879699
25	9973	359	26,9924812
26	10338	365	27,44360902
27	10705	367	27,59398496
28	11074	369	27,7443609
29	11436	362	27,21804511
30	11742	306	23,0075188
31	11970	228	17,14285714
TOTAL		9742	732,481203
MEDIA		314,2580645	23,6284259

ELECTRICIDAD FEBRERO 2011			
DIA	CONTADOR (kWh)	ENERGÍA FEB-2011 (kWh)	POTENCIA FEB-2011 (kW)
1	12334	364	27,36842105
2	12701	367	27,59398496
3	13077	376	28,27067669
4	13415	338	25,41353383
5	13786	371	27,89473684
6	14081	295	22,18045113
7	14312	231	17,36842105
8	14645	333	25,03759398
9	15008	363	27,29323308
10	15371	363	27,29323308
11	15721	350	26,31578947
12	16052	331	24,88721805
13	16343	291	21,87969925
14	16568	225	16,91729323
15	16933	365	27,44360902
16	17319	386	29,02255639
17	17700	381	28,64661654
18	18058	358	26,91729323
19	18399	341	25,63909774
20	18717	318	23,90977444
21	18944	227	17,06766917
22	19336	392	29,47368421
23	19684	348	26,16541353
24	20036	352	26,46616541
25	20358	322	24,21052632
26	20712	354	26,61654135
27	21008	296	22,2556391
28	21263	255	19,17293233
29			
30			
31			
	TOTAL	9293	698,7218045
	MEDIA	331,8928571	24,95435016

ELECTRICIDAD MARZO 2011			
DIA	CONTADOR (kWh)	ENERGÍA MAR-2011 (kWh)	POTENCIA MAR-2011 (kW)
1	21622	359	26,9924812
2	21982	360	27,06766917
3	22340	358	26,91729323
4	22704	364	27,36842105
5	23070	366	27,51879699
6	23396	326	24,5112782
7	23636	240	18,04511278
8	24014	378	28,42105263
9	24363	349	26,2406015
10	24711	348	26,16541353
11	25074	363	27,29323308
12	25431	357	26,84210526
13	25736	305	22,93233083
14	26001	265	19,92481203
15	26354	353	26,54135338
16	26715	361	27,14285714
17	27140	425	31,95488722
18	27461	321	24,13533835
19	27788	327	24,58646617
20	28093	305	22,93233083
21	28341	248	18,64661654
22	28682	341	25,63909774
23	29023	341	25,63909774
24	29389	366	27,51879699
25	29781	392	29,47368421
26	30118	337	25,33834586
27	30407	289	21,72932331
28	30650	243	18,27067669
29	30995	345	25,93984962
30	31297	302	22,70676692
31	31689	392	29,47368421
TOTAL		10426	783,9097744
MEDIA		336,3225806	25,28741208

ELECTRICIDAD ABRIL 2011			
DIA	CONTADOR (kWh)	ENERGÍA ABR-2011 (kW)	POTENCIA ABR-2011 (kW)
1	32098	409	30,7518797
2	32419	321	24,13533835
3	32674	255	19,17293233
4	32906	232	17,44360902
5	33222	316	23,7593985
6	33565	343	25,78947368
7	33883	318	23,90977444
8	34261	378	28,42105263
9	34682	421	31,65413534
10	34875	193	14,5112782
11	35039	164	12,33082707
12	35295	256	19,2481203
13	35607	312	23,45864662
14	35917	310	23,30827068
15	36244	327	24,58646617
16	36517	273	20,52631579
17	36788	271	20,37593985
18	37031	243	18,27067669
19	37318	287	21,57894737
20	37614	296	22,2556391
21	37614	0	0
22	37614	0	0
23	38170	556	41,80451128
24	38419	249	18,72180451
25	38649	230	17,29323308
26	38951	302	22,70676692
27	39292	341	25,63909774
28	39619	327	24,58646617
29	39917	298	22,40601504
30	40224	307	23,08270677
31			
	TOTAL	8535	641,7293233
	MEDIA	284,5	21,39097744

ELECTRICIDAD MAYO 2011			
DIA	CONTADOR (kWh)	ENERGÍA MAY-2011 (kWh)	POTENCIA MAY-2011 (kW)
1	40512	288	21,65413534
2	40704	192	14,43609023
3	40913	209	15,71428571
4	41258	345	25,93984962
5	41559	301	22,63157895
6	41582	23	1,729323308
7	42147	565	42,48120301
8	42408	261	19,62406015
9	42625	217	16,31578947
10	42928	303	22,78195489
11	43211	283	21,27819549
12	43500	289	21,72932331
13	43812	312	23,45864662
14	44072	260	19,54887218
15	44303	231	17,36842105
16	44560	257	19,32330827
17	44831	271	20,37593985
18	45088	257	19,32330827
19	45374	286	21,5037594
20	45698	324	24,36090226
21	45947	249	18,72180451
22	46155	208	15,63909774
23	46354	199	14,96240602
24	46616	262	19,69924812
25	46884	268	20,15037594
26	47153	269	20,22556391
27	47416	263	19,77443609
28	47671	255	19,17293233
29	47890	219	16,46616541
30	48083	193	14,5112782
31	48360	277	20,82706767
TOTAL		8136	611,7293233
MEDIA		262,4516129	19,73320398

ELECTRICIDAD JUNIO 2011			
DIA	CONTADOR (kWh)	ENERGÍA JUN-2011 (kWh)	POTENCIA JUN-2011 (kW)
1	48618	258	25,04854369
2	48911	293	28,44660194
3	49195	284	27,57281553
4	49438	243	23,59223301
5	49664	226	21,94174757
6	49881	217	21,06796117
7	50182	301	29,22330097
8	50491	309	30
9	50799	308	29,90291262
10	51149	350	33,98058252
11	51378	229	22,23300971
12	51573	195	18,93203883
13	51786	213	20,67961165
14	52071	285	27,66990291
15	52394	323	31,3592233
16	52549	155	15,04854369
17	52780	231	22,42718447
18	53008	228	22,13592233
19	53238	230	22,33009709
20	53435	197	19,12621359
21	53653	218	21,16504854
22	53882	229	22,23300971
23	54090	208	20,19417476
24	54297	207	20,09708738
25	54441	144	13,98058252
26	54621	180	17,47572816
27	54777	156	15,14563107
28	54998	221	21,45631068
29	55252	254	24,66019417
30	55406	154	14,95145631
31			
	TOTAL	7046	684,0776699
	MEDIA	234,8666667	22,802589

ELECTRICIDAD JULIO 2011			
DIA	CONTADOR (kWh)	ENERGÍA JUL-2011 (kWh)	POTENCIA JUL-2011 (kW)
1	55712	306	29,70873786
2	55820	108	10,48543689
3	55938	118	11,45631068
4	56083	145	14,0776699
5	56283	200	19,41747573
6	56482	199	19,32038835
7	56702	220	21,3592233
8	56914	212	20,58252427
9	57103	189	18,34951456
10	57250	147	14,27184466
11	57410	160	15,53398058
12	57605	195	18,93203883
13	57870	265	25,72815534
14	58035	165	16,01941748
15	58368	333	32,33009709
16	58441	73	7,087378641
17	58573	132	12,81553398
18	58733	160	15,53398058
19	58987	254	24,66019417
20	59143	156	15,14563107
21	59352	209	20,29126214
22	59554	202	19,61165049
23	59740	186	18,05825243
24	59885	145	14,0776699
25	60023	138	13,39805825
26	60170	147	14,27184466
27	60362	192	18,6407767
28	60600	238	23,10679612
29	60720	120	11,65048544
30	60876	156	15,14563107
31	60996	120	11,65048544
TOTAL		5590	542,7184466
MEDIA		180,3225806	17,50704666

ELECTRICIDAD AGOSTO 2011			
DIA	CONTADOR (kWh)	ENERGÍA AGO-2011 (kWh)	POTENCIA AGO-2011 (kW)
1	61004	8	0,776699029
2	61232	228	22,13592233
3	61345	113	10,97087379
4	61466	121	11,74757282
5	61553	87	8,446601942
6	61654	101	9,805825243
7	61743	89	8,640776699
8	61743	0	0
9	61743	0	0
10	61743	0	0
11	61743	0	0
12	61743	0	0
13	61743	0	0
14	61743	0	0
15	61743	0	0
16	61743	0	0
17	62608	865	83,98058252
18	62735	127	12,33009709
19	62861	126	12,23300971
20	62987	126	12,23300971
21	63083	96	9,32038835
22	63178	95	9,223300971
23	63302	124	12,03883495
24	63448	146	14,17475728
25	63562	114	11,06796117
26	63692	130	12,62135922
27	63869	177	17,18446602
28	63993	124	12,03883495
29	64109	116	11,26213592
30	64245	136	13,2038835
31	64396	151	14,66019417
	TOTAL	3400	330,0970874
	MEDIA	109,6774194	10,64829314

ELECTRICIDAD SEPTIEMBRE 2011			
DIA	CONTADOR (kWh)	ENERGIA SEP-2011 (kWh)	POTENCIA SEP-2011 (kW)
1	64608	212	15,93984962
2	64835	227	17,06766917
3	65065	230	17,29323308
4	65286	221	16,61654135
5	65479	193	14,5112782
6	65703	224	16,84210526
7	65928	225	16,91729323
8	66165	237	17,81954887
9	66399	234	17,59398496
10	66591	192	14,43609023
11	66789	198	14,88721805
12	66962	173	13,0075188
13	67259	297	22,33082707
14	67422	163	12,2556391
15	67664	242	18,19548872
16	67892	228	17,14285714
17	68118	226	16,9924812
18	68315	197	14,81203008
19	68502	187	14,06015038
20	68750	248	18,64661654
21	69017	267	20,07518797
22	69282	265	19,92481203
23	69531	249	18,72180451
24	69823	292	21,95488722
25	70003	180	13,53383459
26	70206	203	15,26315789
27	70502	296	22,2556391
28	70765	263	19,77443609
29	71046	281	21,12781955
30	71309	263	19,77443609
31			
	TOTAL	6913	519,7744361
	MEDIA	230,4333333	17,32581454

ELECTRICIDAD OCTUBRE 2011

DIA	CONTADOR (kWh)	ENERGÍA OCT-2011 (kWh)	POTENCIA OCT-2011 (kW)
1	71570	261	19,62406015
2	71798	228	17,14285714
3	71981	183	13,7593985
4	72285	304	22,85714286
5	72565	280	21,05263158
6	72852	287	21,57894737
7	73143	291	21,87969925
8	73455	312	23,45864662
9	73673	218	16,39097744
10	73890	217	16,31578947
11	74196	306	23,0075188
12	74370	174	13,08270677
13	74564	194	14,58646617
14	74882	318	23,90977444
15	75156	274	20,60150376
16	75415	259	19,47368421
17	75656	241	18,12030075
18	75929	273	20,52631579
19	76249	320	24,06015038
20	76571	322	24,21052632
21	76874	303	22,78195489
22	77196	322	24,21052632
23	77472	276	20,7518797
24	77681	209	15,71428571
25	78025	344	25,86466165
26	78354	329	24,73684211
27	78354	0	0
28	78354	0	0
29	78354	0	0
30	78354	0	0
31	79797	1443	108,4962406
TOTAL		8488	638,1954887
MEDIA		273,8064516	20,58695125

ELECTRICIDAD NOVIEMBRE 2011			
DIA	CONTADOR (kWh)	ENERGÍA NOV-2011 (kWh)	POTENCIA NOV-2011 (kW)
1	80081	284	21,35338346
2	80304	223	16,76691729
3	80655	351	26,39097744
4	80969	314	23,60902256
5	81290	321	24,13533835
6	81494	204	15,33834586
7	81726	232	17,44360902
8	82064	338	25,41353383
9	82387	323	24,28571429
10	82794	407	30,60150376
11	83070	276	20,7518797
12	83383	313	23,53383459
13	83666	283	21,27819549
14	83862	196	14,73684211
15	84251	389	29,2481203
16	84551	300	22,55639098
17	84917	366	27,51879699
18	85229	312	23,45864662
19	85541	312	23,45864662
20	85829	288	21,65413534
21	86061	232	17,44360902
22	86448	387	29,09774436
23	86777	329	24,73684211
24	87119	342	25,71428571
25	87481	362	27,21804511
26	87772	291	21,87969925
27	88053	281	21,12781955
28	88278	225	16,91729323
29	88612	334	25,11278195
30	88960	348	26,16541353
31			
	TOTAL	9163	688,9473684
	MEDIA	305,4333333	22,96491228

ELECTRICIDAD DICIEMBRE 2011			
DIA	CONTADOR (kWh)	ENERGÍA DIC-2011 (kWh)	POTENCIA DIC-2011 (kW)
1	89286	326	24,5112782
2	89656	370	27,81954887
3	89955	299	22,48120301
4	90231	276	20,7518797
5	90481	250	18,79699248
6	90795	314	23,60902256
7	91044	249	18,72180451
8	91360	316	23,7593985
9	91599	239	17,96992481
10	91899	300	22,55639098
11	92215	316	23,7593985
12	92459	244	18,34586466
13	92802	343	25,78947368
14	93133	331	24,88721805
15	93483	350	26,31578947
16	93824	341	25,63909774
17	94130	306	23,0075188
18	94427	297	22,33082707
19	94657	230	17,29323308
20	95001	344	25,86466165
21	95343	342	25,71428571
22	95649	306	23,0075188
23	95983	334	25,11278195
24	95983	0	0
25	95983	0	0
26	96585	602	45,26315789
27	96964	379	28,4962406
28	97214	250	18,79699248
29	97545	331	24,88721805
30	97862	317	23,83458647
31	97862	0	0
TOTAL		8902	669,3233083
MEDIA		287,1612903	21,59107446

ANEXO II. Cálculo de demanda de energía térmica para la piscina climatizada del Centro Deportivo Alfredo Di Stéfano.

AGUA PISCINA ENERO 2011

DIA	CONTADOR (m³)	GASTO ENE-2011 (m³)	GASTO ENE-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	34207	0	0	0	0
2	34214	7	0,14619883	33	438,9
3	34216	2	0,041771094	9,428571429	125,4
4	34225	9	0,187969925	42,42857143	564,3
5	34230	5	0,104427736	23,57142857	313,5
6	34230	0	0	0	0
7	34232	2	0,041771094	9,428571429	125,4
8	34237	5	0,104427736	23,57142857	313,5
9	34244	7	0,14619883	33	438,9
10	34249	5	0,104427736	23,57142857	313,5
11	34257	8	0,167084378	37,71428571	501,6
12	34265	8	0,167084378	37,71428571	501,6
13	34273	8	0,167084378	37,71428571	501,6
14	34282	9	0,187969925	42,42857143	564,3
15	34288	6	0,125313283	28,28571429	376,2
16	34292	4	0,083542189	18,85714286	250,8
17	34296	4	0,083542189	18,85714286	250,8
18	34303	7	0,14619883	33	438,9
19	34309	6	0,125313283	28,28571429	376,2
20	34314	5	0,104427736	23,57142857	313,5
21	34320	6	0,125313283	28,28571429	376,2
22	34323	3	0,062656642	14,14285714	188,1
23	34329	6	0,125313283	28,28571429	376,2
24	34333	4	0,083542189	18,85714286	250,8
25	34337	4	0,083542189	18,85714286	250,8
26	34344	7	0,14619883	33	438,9
27	34350	6	0,125313283	28,28571429	376,2
28	34355	5	0,104427736	23,57142857	313,5
29	34359	4	0,083542189	18,85714286	250,8
30	34365	6	0,125313283	28,28571429	376,2
31	34368	3	0,062656642	14,14285714	188,1
TOTAL		161	3,362573099	759	10094,7
MEDIA		5,193548387	0,1084701	24,48387097	325,6354839

AGUA PISCINA FEBRERO 2011					
DIA	CONTADOR (m³)	GASTO FEB-2011 (m³)	GASTO FEB-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	34374	6	0,125313283	27,76190476	369,2333333
2	34380	6	0,125313283	27,76190476	369,2333333
3	34388	8	0,167084378	37,01587302	492,3111111
4	34392	4	0,083542189	18,50793651	246,1555556
5	34396	4	0,083542189	18,50793651	246,1555556
6	34401	5	0,104427736	23,13492063	307,6944444
7	34409	8	0,167084378	37,01587302	492,3111111
8	34418	9	0,187969925	41,64285714	553,85
9	34424	6	0,125313283	27,76190476	369,2333333
10	34431	7	0,14619883	32,38888889	430,7722222
11	34437	6	0,125313283	27,76190476	369,2333333
12	34442	5	0,104427736	23,13492063	307,6944444
13	34448	6	0,125313283	27,76190476	369,2333333
14	34452	4	0,083542189	18,50793651	246,1555556
15	34461	9	0,187969925	41,64285714	553,85
16	34467	6	0,125313283	27,76190476	369,2333333
17	34474	7	0,14619883	32,38888889	430,7722222
18	34479	5	0,104427736	23,13492063	307,6944444
19	34487	8	0,167084378	37,01587302	492,3111111
20	34491	4	0,083542189	18,50793651	246,1555556
21	34497	6	0,125313283	27,76190476	369,2333333
22	34503	6	0,125313283	27,76190476	369,2333333
23	34508	5	0,104427736	23,13492063	307,6944444
24	34515	7	0,14619883	32,38888889	430,7722222
25	34521	6	0,125313283	27,76190476	369,2333333
26	34527	6	0,125313283	27,76190476	369,2333333
27	34532	5	0,104427736	23,13492063	307,6944444
28	34535	3	0,062656642	13,88095238	184,6166667
29					
30					
31					
TOTAL		167	3,487886383	772,7063492	10276,99444
MEDIA		5,387096774	0,112512464	24,92601126	331,5159498

AGUA PISCINA MARZO 2011					
DÍA	CONTADOR (m³)	GASTO MAR-2011 (m³)	GASTO MAR-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	34541	6	0,125313283	26,71428571	355,3
2	34547	6	0,125313283	26,71428571	355,3
3	34553	6	0,125313283	26,71428571	355,3
4	34561	8	0,167084378	35,61904762	473,7333333
5	34567	6	0,125313283	26,71428571	355,3
6	34576	9	0,187969925	40,07142857	532,95
7	34578	2	0,041771094	8,904761905	118,4333333
8	34587	9	0,187969925	40,07142857	532,95
9	34594	7	0,14619883	31,16666667	414,5166667
10	34601	7	0,14619883	31,16666667	414,5166667
11	34606	5	0,104427736	22,26190476	296,0833333
12	34611	5	0,104427736	22,26190476	296,0833333
13	34617	6	0,125313283	26,71428571	355,3
14	34620	3	0,062656642	13,35714286	177,65
15	34627	7	0,14619883	31,16666667	414,5166667
16	34637	10	0,208855472	44,52380952	592,1666667
17	34643	6	0,125313283	26,71428571	355,3
18	34647	4	0,083542189	17,80952381	236,8666667
19	34657	10	0,208855472	44,52380952	592,1666667
20	34663	6	0,125313283	26,71428571	355,3
21	34665	2	0,041771094	8,904761905	118,4333333
22	34672	7	0,14619883	31,16666667	414,5166667
23	34679	7	0,14619883	31,16666667	414,5166667
24	34689	10	0,208855472	44,52380952	592,1666667
25	34694	5	0,104427736	22,26190476	296,0833333
26	34700	6	0,125313283	26,71428571	355,3
27	34705	5	0,104427736	22,26190476	296,0833333
28	34709	4	0,083542189	17,80952381	236,8666667
29	34718	9	0,187969925	40,07142857	532,95
30	34724	6	0,125313283	26,71428571	355,3
31	34728	4	0,083542189	17,80952381	236,8666667
TOTAL		193	4,03091061	859,3095238	11428,81667
MEDIA		6,225806452	0,130029375	27,71966206	368,6715054

AGUA PISCINA ABRIL 2011

DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO ABR-2011 (m ³)	GASTO ABR-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	34738	10	0,208855472	42,77777778	568,9444444
2	34744	6	0,125313283	25,66666667	341,3666667
3	34750	6	0,125313283	25,66666667	341,3666667
4	34754	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
5	34760	6	0,125313283	25,66666667	341,3666667
6	34767	7	0,14619883	29,94444444	398,2611111
7	34772	5	0,104427736	21,38888889	284,4722222
8	34778	6	0,125313283	25,66666667	341,3666667
9	34781	3	0,062656642	12,83333333	170,6833333
10	34786	5	0,104427736	21,38888889	284,4722222
11	34793	7	0,14619883	29,94444444	398,2611111
12	34801	8	0,167084378	34,22222222	455,1555556
13	34807	6	0,125313283	25,66666667	341,3666667
14	34812	5	0,104427736	21,38888889	284,4722222
15	34820	8	0,167084378	34,22222222	455,1555556
16	34823	3	0,062656642	12,83333333	170,6833333
17	34832	9	0,187969925	38,5	512,05
18	34833	1	0,020885547	4,277777778	56,89444444
19	34843	10	0,208855472	42,77777778	568,9444444
20	34852	9	0,187969925	38,5	512,05
21	34852	0	0	0	0
22	34852	0	0	0	0
23	34865	13	0,271512114	55,61111111	739,6277778
24	34871	6	0,125313283	25,66666667	341,3666667
25	34875	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
26	34882	7	0,14619883	29,94444444	398,2611111
27	34889	7	0,14619883	29,94444444	398,2611111
28	34898	9	0,187969925	38,5	512,05
29	34903	5	0,104427736	21,38888889	284,4722222
30	34911	8	0,167084378	34,22222222	455,1555556
31					
TOTAL		183	3,822055138	782,8333333	10411,68333
MEDIA		5,903225806	0,123292101	25,25268817	335,8607527

AGUA PISCINA MAYO 2011					
DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO MAYO-2011 (m ³)	GASTO MAYO-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (KWh)
1	34919	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
2	34922	3	0,062656642	12,57142857	167,2
3	34925	3	0,062656642	12,57142857	167,2
4	34932	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
5	34939	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
6	34945	6	0,125313283	25,14285714	334,4
7	34952	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
8	34960	8	0,167084378	33,52380952	445,8666667
9	34964	4	0,083542189	16,76190476	222,9333333
10	34972	8	0,167084378	33,52380952	445,8666667
11	34981	9	0,187969925	37,71428571	501,6
12	34990	9	0,187969925	37,71428571	501,6
13	34997	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
14	35002	5	0,104427736	20,95238095	278,6666667
15	35006	4	0,083542189	16,76190476	222,9333333
16	35012	6	0,125313283	25,14285714	334,4
17	35018	6	0,125313283	25,14285714	334,4
18	35024	6	0,125313283	25,14285714	334,4
19	35030	6	0,125313283	25,14285714	334,4
20	35036	6	0,125313283	25,14285714	334,4
21	35043	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
22	35048	5	0,104427736	20,95238095	278,6666667
23	35051	3	0,062656642	12,57142857	167,2
24	35056	5	0,104427736	20,95238095	278,6666667
25	35061	5	0,104427736	20,95238095	278,6666667
26	35066	5	0,104427736	20,95238095	278,6666667
27	35073	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
28	35081	8	0,167084378	33,52380952	445,8666667
29	35087	6	0,125313283	25,14285714	334,4
30	35090	3	0,062656642	12,57142857	167,2
31	35099	9	0,187969925	37,71428571	501,6
TOTAL		187	3,905597327	783,6190476	10422,13333
MEDIA		6,032258065	0,125987011	25,27803379	336,1978495

AGUA PISCINA JUNIO 2011

DIA	CONTADOR (m³)	GASTO JUN-2011 (m³)	GASTO JUN-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	35105	6	0,125313283	24,61904762	253,5761905
2	35112	7	0,14619883	28,72222222	295,8388889
3	35118	6	0,125313283	24,61904762	253,5761905
4	35126	8	0,167084378	32,82539683	338,1015873
5	35131	5	0,104427736	20,51587302	211,3134921
6	35135	4	0,083542189	16,41269841	169,0507937
7	35144	9	0,187969925	36,92857143	380,3642857
8	35153	9	0,187969925	36,92857143	380,3642857
9	35159	6	0,125313283	24,61904762	253,5761905
10	35166	7	0,14619883	28,72222222	295,8388889
11	35173	7	0,14619883	28,72222222	295,8388889
12	35181	8	0,167084378	32,82539683	338,1015873
13	35184	3	0,062656642	12,30952381	126,7880952
14	35193	9	0,187969925	36,92857143	380,3642857
15	35200	7	0,14619883	28,72222222	295,8388889
16	35205	5	0,104427736	20,51587302	211,3134921
17	35211	6	0,125313283	24,61904762	253,5761905
18	35216	5	0,104427736	20,51587302	211,3134921
19	35222	6	0,125313283	24,61904762	253,5761905
20	35227	5	0,104427736	20,51587302	211,3134921
21	35234	7	0,14619883	28,72222222	295,8388889
22	35240	6	0,125313283	24,61904762	253,5761905
23	35247	7	0,14619883	28,72222222	295,8388889
24	35250	3	0,062656642	12,30952381	126,7880952
25	35257	7	0,14619883	28,72222222	295,8388889
26	35265	8	0,167084378	32,82539683	338,1015873
27	35269	4	0,083542189	16,41269841	169,0507937
28	35274	5	0,104427736	20,51587302	211,3134921
29	35279	5	0,104427736	20,51587302	211,3134921
30	35286	7	0,14619883	28,72222222	295,8388889
31					
TOTAL		187	3,905597327	767,2936508	7903,124603
MEDIA		6,032258065	0,125987011	24,75140809	254,9395033

AGUA PISCINA JULIO 2011

DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO JUL-2011 (m3)	GASTO JUL-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	35292	6	0,125313283	24,0952381	248,1809524
2	35295	3	0,062656642	12,04761905	124,0904762
3	35297	2	0,041771094	8,031746032	82,72698413
4	35302	5	0,104427736	20,07936508	206,8174603
5	35308	6	0,125313283	24,0952381	248,1809524
6	35314	6	0,125313283	24,0952381	248,1809524
7	35332	18	0,37593985	72,28571429	744,5428571
8	35332	0	0	0	0
9	35341	9	0,187969925	36,14285714	372,2714286
10	35346	5	0,104427736	20,07936508	206,8174603
11	35377	31	0,647451963	124,4920635	1282,268254
12	35382	5	0,104427736	20,07936508	206,8174603
13	35396	14	0,292397661	56,22222222	579,0888889
14	35399	3	0,062656642	12,04761905	124,0904762
15	35403	4	0,083542189	16,06349206	165,4539683
16	35405	2	0,041771094	8,031746032	82,72698413
17	35405	0	0	0	0
18	35405	0	0	0	0
19	35405	0	0	0	0
20	35405	0	0	0	0
21	35412	7	0,14619883	28,11111111	289,5444444
22	35412	0	0	0	0
23	35412	0	0	0	0
24	35414	2	0,041771094	8,031746032	82,72698413
25	35416	2	0,041771094	8,031746032	82,72698413
26	35419	3	0,062656642	12,04761905	124,0904762
27	35423	4	0,083542189	16,06349206	165,4539683
28	35423	0	0	0	0
29	35424	1	0,020885547	4,015873016	41,36349206
30	35424	0	0	0	0
31	35424	0	0	0	0
TOTAL		138	2,882205514	554,1904762	5708,161905
MEDIA		4,451612903	0,092974371	17,87711214	184,134255

AGUA PISCINA AGOSTO 2011

DIA	CONTADOR (m³)	GASTO AGO-2011 (m³)	GASTO AGO-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	35423	0	0	0	0
2	35424	1	0,020885547	4,103174603	42,26269841
3	35424	0	0	0	0
4	35426	2	0,041771094	8,206349206	84,52539683
5	35426	0	0	0	0
6	35426	0	0	0	0
7	35796	370	7,727652464	1518,174603	15637,19841
8	35796	0	0	0	0
9	35796	0	0	0	0
10	35796	0	0	0	0
11	35796	0	0	0	0
12	35796	0	0	0	0
13	35796	0	0	0	0
14	35796	0	0	0	0
15	35796	0	0	0	0
16	35796	0	0	0	0
17	35991	195	4,072681704	800,1190476	8241,22619
18	35991	0	0	0	0
19	35991	0	0	0	0
20	35991	0	0	0	0
21	35991	0	0	0	0
22	35991	0	0	0	0
23	36001	10	0,208855472	41,03174603	422,6269841
24	36010	9	0,187969925	36,92857143	380,3642857
25	36017	7	0,14619883	28,72222222	295,8388889
26	36023	6	0,125313283	24,61904762	253,5761905
27	36026	3	0,062656642	12,30952381	126,7880952
28	36029	3	0,062656642	12,30952381	126,7880952
29	36032	3	0,062656642	12,30952381	126,7880952
30	36038	6	0,125313283	24,61904762	253,5761905
31	36044	6	0,125313283	24,61904762	253,5761905
TOTAL		621	12,96992481	2548,071429	26245,13571
MEDIA		20,03225806	0,418384671	82,19585253	846,6172811

AGUA PISCINA SEPTIEMBRE 2011

DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO SEP-2011 (m ³)	GASTO SEP-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	36051	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
2	36063	12	0,250626566	50,28571429	668,8
3	36072	9	0,187969925	37,71428571	501,6
4	36078	6	0,125313283	25,14285714	334,4
5	36080	2	0,041771094	8,380952381	111,4666667
6	36089	9	0,187969925	37,71428571	501,6
7	36096	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
8	36105	9	0,187969925	37,71428571	501,6
9	36112	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
10	36116	4	0,083542189	16,76190476	222,9333333
11	36124	8	0,167084378	33,52380952	445,8666667
12	36127	3	0,062656642	12,57142857	167,2
13	36133	6	0,125313283	25,14285714	334,4
14	36138	5	0,104427736	20,95238095	278,6666667
15	36146	8	0,167084378	33,52380952	445,8666667
16	36150	4	0,083542189	16,76190476	222,9333333
17	36157	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
18	36164	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
19	36171	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
20	36172	1	0,020885547	4,19047619	55,73333333
21	36180	8	0,167084378	33,52380952	445,8666667
22	36185	5	0,104427736	20,95238095	278,6666667
23	36192	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
24	36199	7	0,14619883	29,33333333	390,1333333
25	36207	8	0,167084378	33,52380952	445,8666667
26	36211	4	0,083542189	16,76190476	222,9333333
27	36216	5	0,104427736	20,95238095	278,6666667
28	36220	4	0,083542189	16,76190476	222,9333333
29	36224	4	0,083542189	16,76190476	222,9333333
30	36226	2	0,041771094	8,380952381	111,4666667
31			0	0	0
	TOTAL	182	3,801169591	762,6666667	10143,46667
	MEDIA	5,870967742	0,122618374	24,60215054	327,2086022

AGUA PISCINA OCTUBRE 2011

DÍA	CONTADOR (m³)	GASTO OCT-2011 (m³)	GASTO OCT-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	36229	3	0,062656642	12,83333333	170,6833333
2	36237	8	0,167084378	34,22222222	455,1555556
3	36240	3	0,062656642	12,83333333	170,6833333
4	36244	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
5	36250	6	0,125313283	25,66666667	341,3666667
6	36254	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
7	36258	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
8	36260	2	0,041771094	8,555555556	113,7888889
9	36266	6	0,125313283	25,66666667	341,3666667
10	36269	3	0,062656642	12,83333333	170,6833333
11	36276	7	0,14619883	29,94444444	398,2611111
12	36279	3	0,062656642	12,83333333	170,6833333
13	36283	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
14	36287	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
15	36290	3	0,062656642	12,83333333	170,6833333
16	36294	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
17	36297	3	0,062656642	12,83333333	170,6833333
18	36300	3	0,062656642	12,83333333	170,6833333
19	36304	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
20	36308	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
21	36312	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
22	36316	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
23	36324	8	0,167084378	34,22222222	455,1555556
24	36327	3	0,062656642	12,83333333	170,6833333
25	36331	4	0,083542189	17,11111111	227,5777778
26	36336	5	0,104427736	21,38888889	284,4722222
27	36336	0	0	0	0
28	36336	0	0	0	0
29	36336	0	0	0	0
30	36336	0	0	0	0
31	36357	21	0,438596491	89,83333333	1194,783333
TOTAL		131	2,736006683	560,3888889	7453,172222
MEDIA		4,225806452	0,08825828	18,07706093	240,4249104

AGUA PISCINA NOVIEMBRE 2011

DÍA	CONTADOR (m³)	GASTO NOV-2011 (m³)	GASTO NOV-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	36365	8	0,167084378	35,61904762	473,7333333
2	36369	4	0,083542189	17,80952381	236,8666667
3	36374	5	0,104427736	22,26190476	296,0833333
4	36379	5	0,104427736	22,26190476	296,0833333
5	36381	2	0,041771094	8,904761905	118,4333333
6	36384	3	0,062656642	13,35714286	177,65
7	36388	4	0,083542189	17,80952381	236,8666667
8	36392	4	0,083542189	17,80952381	236,8666667
9	36396	4	0,083542189	17,80952381	236,8666667
10	36401	5	0,104427736	22,26190476	296,0833333
11	36411	10	0,208855472	44,52380952	592,1666667
12	36415	4	0,083542189	17,80952381	236,8666667
13	36424	9	0,187969925	40,07142857	532,95
14	36427	3	0,062656642	13,35714286	177,65
15	36434	7	0,14619883	31,16666667	414,5166667
16	36439	5	0,104427736	22,26190476	296,0833333
17	36445	6	0,125313283	26,71428571	355,3
18	36451	6	0,125313283	26,71428571	355,3
19	36458	7	0,14619883	31,16666667	414,5166667
20	36466	8	0,167084378	35,61904762	473,7333333
21	36470	4	0,083542189	17,80952381	236,8666667
22	36478	8	0,167084378	35,61904762	473,7333333
23	36485	7	0,14619883	31,16666667	414,5166667
24	36494	9	0,187969925	40,07142857	532,95
25	36503	9	0,187969925	40,07142857	532,95
26	36508	5	0,104427736	22,26190476	296,0833333
27	36516	8	0,167084378	35,61904762	473,7333333
28	36520	4	0,083542189	17,80952381	236,8666667
29	36530	10	0,208855472	44,52380952	592,1666667
30	36534	4	0,083542189	17,80952381	236,8666667
31			0	0	0
	TOTAL	177	3,696741855	788,0714286	10481,35
	MEDIA	5,709677419	0,119249737	25,42165899	338,1080645

AGUA PISCINA DICIEMBRE 2011

DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO DIC-2011 (m ³)	GASTO DIC-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	36543	9	0,187969925	42,42857143	564,3
2	36550	7	0,14619883	33	438,9
3	36558	8	0,167084378	37,71428571	501,6
4	36566	8	0,167084378	37,71428571	501,6
5	36569	3	0,062656642	14,14285714	188,1
6	36579	10	0,208855472	47,14285714	627
7	36584	5	0,104427736	23,57142857	313,5
8	36593	9	0,187969925	42,42857143	564,3
9	36597	4	0,083542189	18,85714286	250,8
10	36605	8	0,167084378	37,71428571	501,6
11	36614	9	0,187969925	42,42857143	564,3
12	36618	4	0,083542189	18,85714286	250,8
13	36625	7	0,14619883	33	438,9
14	36634	9	0,187969925	42,42857143	564,3
15	36643	9	0,187969925	42,42857143	564,3
16	36652	9	0,187969925	42,42857143	564,3
17	36657	5	0,104427736	23,57142857	313,5
18	36663	6	0,125313283	28,28571429	376,2
19	36666	3	0,062656642	14,14285714	188,1
20	36674	8	0,167084378	37,71428571	501,6
21	36682	8	0,167084378	37,71428571	501,6
22	36690	8	0,167084378	37,71428571	501,6
23	36696	6	0,125313283	28,28571429	376,2
24	36696	0	0	0	0
25	36696	0	0	0	0
26	36709	13	0,271512114	61,28571429	815,1
27	36719	10	0,208855472	47,14285714	627
28	36728	9	0,187969925	42,42857143	564,3
29	36738	10	0,208855472	47,14285714	627
30	36749	11	0,229741019	51,85714286	689,7
31	36749	0	0	0	0
TOTAL		215	4,490392648	1013,571429	13480,5
MEDIA		6,935483871	0,144851376	32,69585253	434,8548387

ANEXO III. Cálculo de demanda de energía térmica para el ACS(duchas) del Centro Deportivo Di Stéfano.

AGUA DUCHAS ENERO 2011

DIA	CONTADOR (m³)	GASTO ENE-2011 (m³)	GASTO ENE-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	43963	9	0,187969925	42,42857143	564,3
2	43974	11	0,229741019	51,85714286	689,7
3	43982	8	0,167084378	37,71428571	501,6
4	43997	15	0,313283208	70,71428571	940,5
5	44010	13	0,271512114	61,28571429	815,1
6	44010	0	0	0	0
7	44019	9	0,187969925	42,42857143	564,3
8	44030	11	0,229741019	51,85714286	689,7
9	44040	10	0,208855472	47,14285714	627
10	44049	9	0,187969925	42,42857143	564,3
11	44068	19	0,396825397	89,57142857	1191,3
12	44088	20	0,417710944	94,28571429	1254
13	44108	20	0,417710944	94,28571429	1254
14	44126	18	0,37593985	84,85714286	1128,6
15	44141	15	0,313283208	70,71428571	940,5
16	44152	11	0,229741019	51,85714286	689,7
17	44160	8	0,167084378	37,71428571	501,6
18	44180	20	0,417710944	94,28571429	1254
19	44201	21	0,438596491	99	1316,7
20	44222	21	0,438596491	99	1316,7
21	44242	20	0,417710944	94,28571429	1254
22	44256	14	0,292397661	66	877,8
23	44267	11	0,229741019	51,85714286	689,7
24	44274	7	0,14619883	33	438,9
25	44295	21	0,438596491	99	1316,7
26	44316	21	0,438596491	99	1316,7
27	44337	21	0,438596491	99	1316,7
28	44357	20	0,417710944	94,28571429	1254
29	44372	15	0,313283208	70,71428571	940,5
30	44385	13	0,271512114	61,28571429	815,1
31	44408	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
TOTAL		454	9,482038429	2140,285714	28465,8
MEDIA		14,64516129	0,305872207	69,04147465	918,2516129

AGUA DUCHAS FEBRERO 2011					
DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO FEB-2011 (m ³)	GASTO FEB-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	44414	6	0,125313283	28,28571429	2,126745435
2	44436	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
3	44458	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
4	44482	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
5	44498	16	0,334168755	75,42857143	1003,2
6	44510	12	0,250626566	56,57142857	752,4
7	44517	7	0,14619883	33	438,9
8	44540	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
9	44564	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
10	44587	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
11	44609	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
12	44625	16	0,334168755	75,42857143	1003,2
13	44636	11	0,229741019	51,85714286	689,7
14	44643	7	0,14619883	33	438,9
15	44665	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
16	44687	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
17	44709	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
18	44732	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
19	44750	18	0,37593985	84,85714286	1128,6
20	44762	12	0,250626566	56,57142857	752,4
21	44769	7	0,14619883	33	438,9
22	44793	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
23	44819	26	0,543024227	122,5714286	1630,2
24	44844	25	0,52213868	117,8571429	1567,5
25	44858	14	0,292397661	66	877,8
26	44881	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
27	44894	13	0,271512114	61,28571429	815,1
28	44903	9	0,187969925	42,42857143	564,3
29					
30					
31					
TOTAL		495	10,33834586	2333,571429	31036,5
MEDIA		15,96774194	0,333495028	75,2764977	1001,177419

AGUA DUCHAS MARZO 2011

DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO MAR-2011 (m ³)	GASTO MARZ-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	44927	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
2	44953	26	0,543024227	122,5714286	1630,2
3	44976	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
4	44999	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
5	45016	17	0,355054302	80,14285714	1065,9
6	45028	12	0,250626566	56,57142857	752,4
7	45035	7	0,14619883	33	438,9
8	45058	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
9	45082	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
10	45107	25	0,52213868	117,8571429	1567,5
11	45130	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
12	45144	14	0,292397661	66	877,8
13	45159	15	0,313283208	70,71428571	940,5
14	45168	9	0,187969925	42,42857143	564,3
15	45192	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
16	45216	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
17	45240	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
18	45262	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
19	45280	18	0,37593985	84,85714286	1128,6
20	45291	11	0,229741019	51,85714286	689,7
21	45299	8	0,167084378	37,71428571	501,6
22	45324	25	0,52213868	117,8571429	1567,5
23	45348	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
24	45371	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
25	45394	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
26	45412	18	0,37593985	84,85714286	1128,6
27	45423	11	0,229741019	51,85714286	689,7
28	45431	8	0,167084378	37,71428571	501,6
29	45456	25	0,52213868	117,8571429	1567,5
30	45481	25	0,52213868	117,8571429	1567,5
31	45505	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
TOTAL		602	12,57309942	2838	37745,4
MEDIA		19,41935484	0,405583852	91,5483871	1217,593548

AGUA DUCHAS ABRIL 2011					
DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO MAR-2011 (m ³)	GASTO ABR-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	45534	29	0,605680869	136,7142857	1818,3
2	45548	14	0,292397661	66	877,8
3	45558	10	0,208855472	47,14285714	627
4	45565	7	0,14619883	33	438,9
5	45588	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
6	45614	26	0,543024227	122,5714286	1630,2
7	45638	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
8	45661	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
9	45685	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
10	45694	9	0,187969925	42,42857143	564,3
11	45704	10	0,208855472	47,14285714	627
12	45723	19	0,396825397	89,57142857	1191,3
13	45726	3	0,062656642	14,14285714	188,1
14	45769	43	0,89807853	202,7142857	2696,1
15	45791	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
16	45806	15	0,313283208	70,71428571	940,5
17	45815	9	0,187969925	42,42857143	564,3
18	45821	6	0,125313283	28,28571429	376,2
19	45835	14	0,292397661	66	877,8
20	45847	12	0,250626566	56,57142857	752,4
21	45847	0	0	0	0
22	45847	0	0	0	0
23	45855	8	0,167084378	37,71428571	501,6
24	45862	7	0,14619883	33	438,9
25	45868	6	0,125313283	28,28571429	376,2
26	45883	15	0,313283208	70,71428571	940,5
27	45905	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
28	45928	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
29	45949	21	0,438596491	99	1316,7
30	45966	17	0,355054302	80,14285714	1065,9
31					
TOTAL		461	9,62823726	2173,285714	28904,7
MEDIA		14,87096774	0,310588299	70,10599078	932,4096774

AGUA DUCHAS MAYO 2011					
DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO MAYO-2011 (m ³)	GASTO MAYO-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	45977	11	0,229741019	51,85714286	689,7
2	45981	4	0,083542189	18,85714286	250,8
3	45989	8	0,167084378	37,71428571	501,6
4	46012	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
5	46033	21	0,438596491	99	1316,7
6	46055	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
7	46072	17	0,355054302	80,14285714	1065,9
8	46082	10	0,208855472	47,14285714	627
9	46090	8	0,167084378	37,71428571	501,6
10	46112	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
11	46135	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
12	46157	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
13	46178	21	0,438596491	99	1316,7
14	46194	16	0,334168755	75,42857143	1003,2
15	46203	9	0,187969925	42,42857143	564,3
16	46211	8	0,167084378	37,71428571	501,6
17	46232	21	0,438596491	99	1316,7
18	46253	21	0,438596491	99	1316,7
19	46274	21	0,438596491	99	1316,7
20	46298	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
21	46311	13	0,271512114	61,28571429	815,1
22	46321	10	0,208855472	47,14285714	627
23	46328	7	0,14619883	33	438,9
24	46349	21	0,438596491	99	1316,7
25	46373	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
26	46394	21	0,438596491	99	1316,7
27	46414	20	0,417710944	94,28571429	1254
28	46427	13	0,271512114	61,28571429	815,1
29	46439	12	0,250626566	56,57142857	752,4
30	46446	7	0,14619883	33	438,9
31	46467	21	0,438596491	99	1316,7
TOTAL		501	10,46365915	2361,857143	31412,7
MEDIA		16,16129032	0,337537392	76,18894009	1013,312903

AGUA DUCHAS JUNIO 2011

DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO JUN-2011 (m ³)	GASTO JUN-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (Kkh)
1	46488	11	0,229741019	51,85714286	534,1285714
2	46510	22	0,459482038	103,7142857	1068,257143
3	46530	20	0,417710944	94,28571429	971,1428571
4	46547	17	0,355054302	80,14285714	825,4714286
5	46566	19	0,396825397	89,57142857	922,5857143
6	46562	-4	-0,083542189	-18,85714286	-194,2285714
7	46581	19	0,396825397	89,57142857	922,5857143
8	46602	21	0,438596491	99	1019,7
9	46623	21	0,438596491	99	1019,7
10	46644	21	0,438596491	99	1019,7
11	46659	15	0,313283208	70,71428571	728,3571429
12	46668	9	0,187969925	42,42857143	437,0142857
13	46674	6	0,125313283	28,28571429	291,3428571
14	46695	21	0,438596491	99	1019,7
15	46714	19	0,396825397	89,57142857	922,5857143
16	46735	21	0,438596491	99	1019,7
17	46754	19	0,396825397	89,57142857	922,5857143
18	46764	10	0,208855472	47,14285714	485,5714286
19	46772	8	0,167084378	37,71428571	388,4571429
20	46778	6	0,125313283	28,28571429	291,3428571
21	46795	17	0,355054302	80,14285714	825,4714286
22	46812	17	0,355054302	80,14285714	825,4714286
23	46826	14	0,292397661	66	679,8
24	46833	7	0,14619883	33	339,9
25	46843	10	0,208855472	47,14285714	485,5714286
26	46852	9	0,187969925	42,42857143	437,0142857
27	46857	5	0,104427736	23,57142857	242,7857143
28	46873	16	0,334168755	75,42857143	776,9142857
29	46888	15	0,313283208	70,71428571	728,3571429
30	46903	15	0,313283208	70,71428571	728,3571429
31					
TOTAL		426	8,897243108	2008,285714	20685,34286
MEDIA		13,74193548	0,287007842	64,78341014	667,2691244

AGUA DUCHAS JULIO 2011

DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO JUL-2011 (m ³)	GASTO JUL-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	46916	13	0,271512114	61,28571429	631,2428571
2	46922	6	0,125313283	28,28571429	291,3428571
3	46930	8	0,167084378	37,71428571	388,4571429
4	46935	5	0,104427736	23,57142857	242,7857143
5	46947	12	0,250626566	56,57142857	582,6857143
6	46960	13	0,271512114	61,28571429	631,2428571
7	46977	17	0,355054302	80,14285714	825,4714286
8	46987	10	0,208855472	47,14285714	485,5714286
9	46997	10	0,208855472	47,14285714	485,5714286
10	47001	4	0,083542189	18,85714286	194,2285714
11	47004	3	0,062656642	14,14285714	145,6714286
12	47017	13	0,271512114	61,28571429	631,2428571
13	47036	19	0,396825397	89,57142857	922,5857143
14	47043	7	0,14619883	33	339,9
15	47056	13	0,271512114	61,28571429	631,2428571
16	47064	8	0,167084378	37,71428571	388,4571429
17	47067	3	0,062656642	14,14285714	145,6714286
18	47073	6	0,125313283	28,28571429	291,3428571
19	47082	9	0,187969925	42,42857143	437,0142857
20	47093	11	0,229741019	51,85714286	534,1285714
21	47104	11	0,229741019	51,85714286	534,1285714
22	47115	11	0,229741019	51,85714286	534,1285714
23	47122	7	0,14619883	33	339,9
24	47125	3	0,062656642	14,14285714	145,6714286
25	47129	4	0,083542189	18,85714286	194,2285714
26	47133	4	0,083542189	18,85714286	194,2285714
27	47143	10	0,208855472	47,14285714	485,5714286
28	47156	13	0,271512114	61,28571429	631,2428571
29	47162	6	0,125313283	28,28571429	291,3428571
30	47170	8	0,167084378	37,71428571	388,4571429
31	47174	4	0,083542189	18,85714286	194,2285714
TOTAL		271	5,659983292	1277,571429	13158,98571
MEDIA		8,741935484	0,182580106	41,21198157	424,4834101

AGUA DUCHAS AGOSTO 2011

DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO AGO-2011 (m ³)	GASTO AGO-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	47176	9	0,187969925	42,42857143	437,0142857
2	47183	7	0,14619883	33	339,9
3	47189	6	0,125313283	28,28571429	291,3428571
4	47194	5	0,104427736	23,57142857	242,7857143
5	47198	4	0,083542189	18,85714286	194,2285714
6	47204	6	0,125313283	28,28571429	291,3428571
7	47220	16	0,334168755	75,42857143	776,9142857
8	47220	0	0	0	0
9	47220	0	0	0	0
10	47220	0	0	0	0
11	47220	0	0	0	0
12	47220	0	0	0	0
13	47220	0	0	0	0
14	47220	0	0	0	0
15	47220	0	0	0	0
16	47220	0	0	0	0
17	47238	18	0,37593985	84,85714286	874,0285714
18	47244	6	0,125313283	28,28571429	291,3428571
19	47249	5	0,104427736	23,57142857	242,7857143
20	47252	3	0,062656642	14,14285714	145,6714286
21	47255	3	0,062656642	14,14285714	145,6714286
22	47258	3	0,062656642	14,14285714	145,6714286
23	47264	6	0,125313283	28,28571429	291,3428571
24	47274	10	0,208855472	47,14285714	485,5714286
25	47280	6	0,125313283	28,28571429	291,3428571
26	47287	7	0,14619883	33	339,9
27	47291	4	0,083542189	18,85714286	194,2285714
28	47294	3	0,062656642	14,14285714	145,6714286
29	47299	5	0,104427736	23,57142857	242,7857143
30	47307	8	0,167084378	37,71428571	388,4571429
31	47316	9	0,187969925	42,42857143	437,0142857
TOTAL		149	3,111946533	702,4285714	7235,014286
MEDIA		4,806451613	0,100385372	22,65898618	233,3875576

AGUA DUCHAS SEPTIEMBRE 2011					
DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO SEP-2011 (m ³)	GASTO SEP-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	47324	8	0,167084378	37,71428571	501,6
2	47335	11	0,229741019	51,85714286	689,7
3	47344	9	0,187969925	42,42857143	564,3
4	47351	7	0,14619883	33	438,9
5	47355	4	0,083542189	18,85714286	250,8
6	47368	13	0,271512114	61,28571429	815,1
7	47382	14	0,292397661	66	877,8
8	47396	14	0,292397661	66	877,8
9	47411	15	0,313283208	70,71428571	940,5
10	47422	11	0,229741019	51,85714286	689,7
11	47429	7	0,14619883	33	438,9
12	47435	6	0,125313283	28,28571429	376,2
13	47452	17	0,355054302	80,14285714	1065,9
14	47472	20	0,417710944	94,28571429	1254
15	47492	20	0,417710944	94,28571429	1254
16	47511	19	0,396825397	89,57142857	1191,3
17	47524	13	0,271512114	61,28571429	815,1
18	47534	10	0,208855472	47,14285714	627
19	47541	7	0,14619883	33	438,9
20	47561	20	0,417710944	94,28571429	1254
21	47581	20	0,417710944	94,28571429	1254
22	47602	21	0,438596491	99	1316,7
23	47624	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
24	47643	19	0,396825397	89,57142857	1191,3
25	47649	6	0,125313283	28,28571429	376,2
26	47655	6	0,125313283	28,28571429	376,2
27	47676	21	0,438596491	99	1316,7
28	47699	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
29	47719	20	0,417710944	94,28571429	1254
30	47742	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
31			0	0	0
	TOTAL	426	8,897243108	2008,285714	26710,2
	MEDIA	13,74193548	0,287007842	64,78341014	861,6193548

AGUA DUCHAS OCTUBRE 2011

DIA	CONTADOR (m³)	GASTO OCT-2011 (m³)	GASTO OCT-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	47757	9	0,187969925	42,42857143	564,3
2	47768	11	0,229741019	51,85714286	689,7
3	47774	6	0,125313283	28,28571429	376,2
4	47797	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
5	47819	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
6	47844	25	0,52213868	117,8571429	1567,5
7	47865	21	0,438596491	99	1316,7
8	47882	17	0,355054302	80,14285714	1065,9
9	47892	10	0,208855472	47,14285714	627
10	47898	6	0,125313283	28,28571429	376,2
11	47919	21	0,438596491	99	1316,7
12	47924	5	0,104427736	23,57142857	313,5
13	47932	8	0,167084378	37,71428571	501,6
14	47955	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
15	47972	17	0,355054302	80,14285714	1065,9
16	47983	11	0,229741019	51,85714286	689,7
17	47993	10	0,208855472	47,14285714	627
18	48012	19	0,396825397	89,57142857	1191,3
19	48036	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
20	48059	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
21	48081	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
22	48097	16	0,334168755	75,42857143	1003,2
23	48109	12	0,250626566	56,57142857	752,4
24	48115	6	0,125313283	28,28571429	376,2
25	48137	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
26	48158	21	0,438596491	99	1316,7
27	48158	0	0	0	0
28	48158	0	0	0	0
29	48158	0	0	0	0
30	48158	0	0	0	0
31	48229	71	1,482873851	334,7142857	4451,7
TOTAL		481	10,0459482	2267,571429	30158,7
MEDIA		15,51612903	0,324062845	73,14746544	972,8612903

AGUA DUCHAS NOVIEMBRE 2011					
DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO NOV-2011 (m ³)	GASTO NOV-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	48241	12	0,250626566	56,57142857	752,4
2	48249	8	0,167084378	37,71428571	501,6
3	48272	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
4	48291	19	0,396825397	89,57142857	1191,3
5	48308	17	0,355054302	80,14285714	1065,9
6	48315	7	0,14619883	33	438,9
7	48324	9	0,187969925	42,42857143	564,3
8	48346	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
9	48368	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
10	48389	21	0,438596491	99	1316,7
11	48411	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
12	48429	18	0,37593985	84,85714286	1128,6
13	48441	12	0,250626566	56,57142857	752,4
14	48447	6	0,125313283	28,28571429	376,2
15	48470	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
16	48497	27	0,563909774	127,2857143	1692,9
17	48516	19	0,396825397	89,57142857	1191,3
18	48537	21	0,438596491	99	1316,7
19	48552	15	0,313283208	70,71428571	940,5
20	48564	12	0,250626566	56,57142857	752,4
21	48571	7	0,14619883	33	438,9
22	48595	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
23	48618	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
24	48639	21	0,438596491	99	1316,7
25	48662	23	0,480367586	108,4285714	1442,1
26	48678	16	0,334168755	75,42857143	1003,2
27	48688	10	0,208855472	47,14285714	627
28	48695	7	0,14619883	33	438,9
29	48717	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
30	48741	24	0,501253133	113,1428571	1504,8
31					
TOTAL		512	10,69340017	2413,714286	32102,4
MEDIA		16,51612903	0,344948392	77,86175115	1035,56129

AGUA DUCHAS DICIEMBRE 2011					
DIA	CONTADOR (m ³)	GASTO DIC-2011 (m ³)	GASTO DIC-2011 (Kg/s)	POTENCIA ENERGÉTICA (kW)	DEMANDA ENERGÉTICA (kWh)
1	48762	19	0,396825397	89,57142857	1191,3
2	48784	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
3	48800	16	0,334168755	75,42857143	1003,2
4	48809	9	0,187969925	42,42857143	564,3
5	48816	7	0,14619883	33	438,9
6	48835	19	0,396825397	89,57142857	1191,3
7	48843	8	0,167084378	37,71428571	501,6
8	48858	15	0,313283208	70,71428571	940,5
9	48867	9	0,187969925	42,42857143	564,3
10	48879	12	0,250626566	56,57142857	752,4
11	48887	8	0,167084378	37,71428571	501,6
12	48895	8	0,167084378	37,71428571	501,6
13	48916	21	0,438596491	99	1316,7
14	48936	20	0,417710944	94,28571429	1254
15	48954	18	0,37593985	84,85714286	1128,6
16	48974	20	0,417710944	94,28571429	1254
17	48986	12	0,250626566	56,57142857	752,4
18	48998	12	0,250626566	56,57142857	752,4
19	49004	6	0,125313283	28,28571429	376,2
20	49026	22	0,459482038	103,7142857	1379,4
21	49044	18	0,37593985	84,85714286	1128,6
22	49060	16	0,334168755	75,42857143	1003,2
23	49077	17	0,355054302	80,14285714	1065,9
24	49077	0	0	0	0
25	49077	0	0	0	0
26	49090	13	0,271512114	61,28571429	815,1
27	49104	14	0,292397661	66	877,8
28	49118	14	0,292397661	66	877,8
29	49131	13	0,271512114	61,28571429	815,1
30	49144	13	0,271512114	61,28571429	815,1
31	49144	0	0	0	0
TOTAL		401	8,375104428	1890,428571	25142,7
MEDIA		12,93548387	0,270164659	60,98156682	811,0548387

ANEXO IV. Temperatura mínima media del agua de red general.

Diseño de una instalación de cogeneración
para un polideportivo en el entorno
climático de Madrid.

Alejandro Pacheco Baeza

Temperatura mínima media del agua de la red general, en °C, obtenidas a
partir de medidas directas. Fuente: CENSOLAR.

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	ÁLAVA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
2	ALBACETE	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
3	ALICANTE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
4	ALMERÍA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
5	ASTURIAS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
6	ÁVILA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
7	BADAJOS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
8	BALEARES	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
9	BARCELONA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
10	BURGOS	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
11	CÁCERES	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
12	CÁDIZ	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
13	CANTABRIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
14	CASTELLÓN	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
15	CEUTA	8	9	10	12	13	13	14	13	13	12	11	8	11,3
16	CIUDAD REAL	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
17	CÓRDOBA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
18	LA CORUÑA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
19	CUENCA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
20	GERONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
21	GRANADA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
22	GUADALAJARA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
23	GUIPÚZCOA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
24	HUELVA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
25	HUESCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
26	JAÉN	8	9	11	13	14	15	17	16	14	13	11	7	12,3
27	LEÓN	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
28	LÉRIDA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
29	LUGO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
30	MADRID	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
31	MÁLAGA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
32	MELILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
33	MURCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
34	NAVARRA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
35	ORENSE	5	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,2
36	PALENCIA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
37	LAS PALMAS	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
38	PONTEVEDRA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
39	LA RIOJA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
40	SALAMANCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
41	STA. C. DE TENERIFE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
42	SEGOVIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
43	SEVILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
44	SORIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
45	TARRAGONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
46	TERUEL	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
47	TOLEDO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
48	VALENCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
49	VALLADOLID	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
50	VIZCAYA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
51	ZAMORA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
52	ZARAGOZA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3

ANEXO V. Hoja de cálculo de Mathcad.

PROYECTO DE COGENERACIÓN DEL CENTRO DEPORTIVO ALFREDO DI STÉFANO

Demanda de valores:

Qd :=
TERMICA.txt

Qd := Qd·10³W

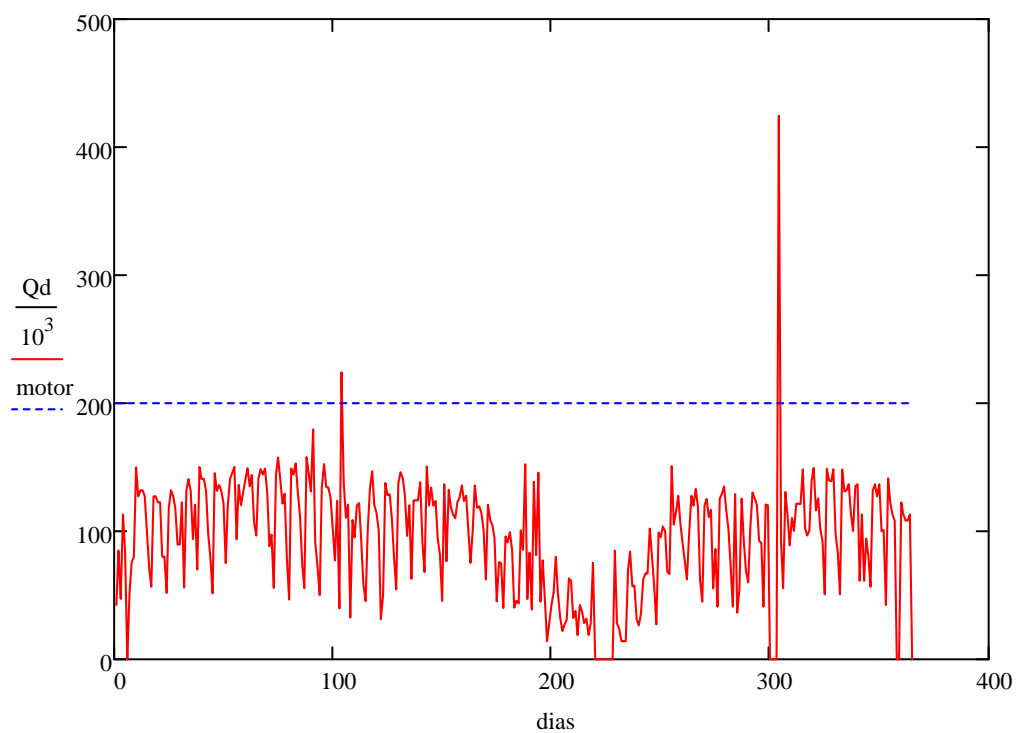
dias :=
DIAS.txt

	0
0	42.429
1	84.857
2	47.143
3	113.143
4	84.857
5	0
6	51.857
7	75.429
8	80.143
9	150
10	127.286
11	132
12	132
13	127.286
14	99
15	...

Qd = W·10³

motor :=
potencia motor kW.txt

Potencia térmica max.
diaria



$$Q_{dm} := \frac{\sum Q_d}{365} = 95.103 \cdot 10^3 \text{ W} \quad \text{potencia de calor útil medio}$$

Wd :=
ELECTRICIDAD.txt

	0
0	0
1	0.047
2	0.018
3	0.025
4	0.027
5	0
6	0.034
Wd = 7	0.025
8	0.021
9	0.017
10	0.026
11	0.027
12	0.027
13	0.025
14	0.025
15	...

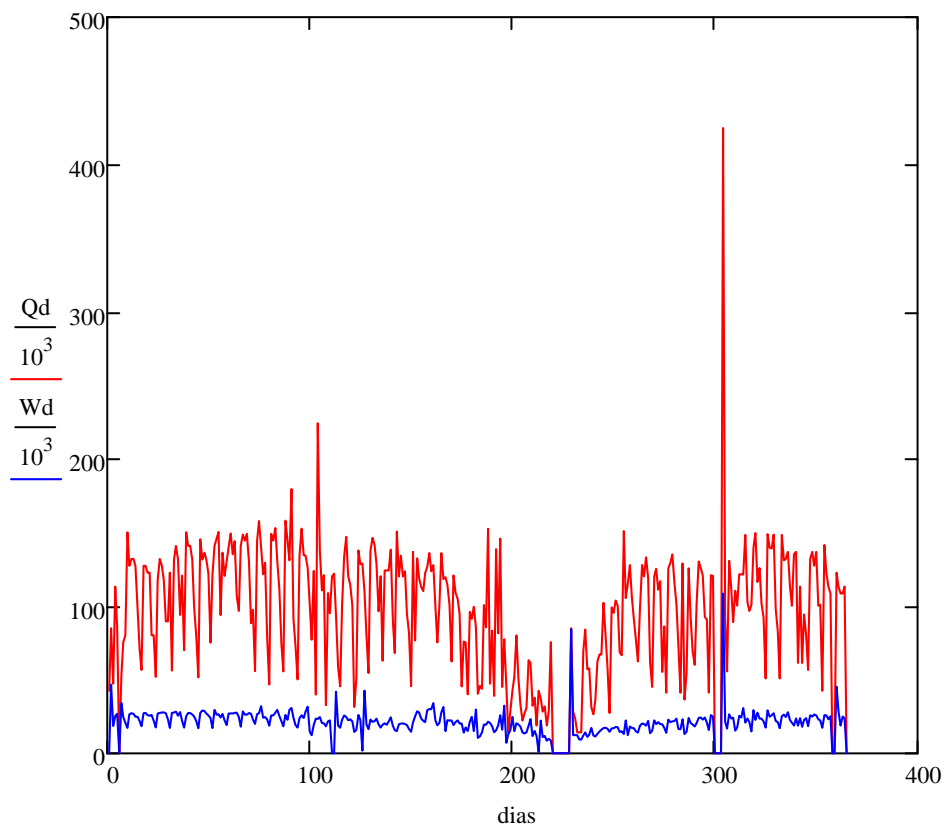
$\cdot 10^3$

demanda de potencia diaria
de electricidad

$$\underline{W_d} := W_d \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$W_{dm} := \frac{\sum W_d}{365} = 20.662 \text{ W} \cdot 10^3$$

potencia de electricidad media



Necesitamos un motor que nos proporcione el calor demandado máximo. Este se produce el día 104 y es de 220kW

$$Q_{\text{pico}} := 220 \cdot 10^3 \cdot \text{W}$$

LISTA de motores pasch:

$$\eta_{\text{gen}} := 0.95 \quad \text{rendimiento del generador}$$

$$W_{m_e} := \begin{pmatrix} 185 \\ 211 \\ 215 \\ 120 \\ 90 \end{pmatrix} \cdot 10^3 \cdot W \quad \eta_{ele} := \begin{pmatrix} 0.323 \\ 0.326 \\ 0.354 \\ 0.3 \\ 0.33 \end{pmatrix} \quad \eta_{ter} := \begin{pmatrix} 0.584 \\ 0.547 \\ 0.558 \\ 0.58 \\ 0.59 \end{pmatrix} \quad \text{datos de fabricantes}$$

$$F := \frac{W_{m_e}}{\eta_{ele}} = \begin{pmatrix} 572.755 \\ 647.239 \\ 607.345 \\ 400 \\ 272.727 \end{pmatrix} \cdot 10^3 \cdot W \quad Q_{util} := \begin{pmatrix} 334 \\ 354 \\ 338 \\ 232 \\ 160 \end{pmatrix} \cdot 10^3 \cdot W \quad \eta_{ma} := \frac{\eta_{ele}}{\eta_{gen}} = \begin{pmatrix} 0.34 \\ 0.343 \\ 0.373 \\ 0.316 \\ 0.347 \end{pmatrix}$$

Estudio del mejor motor para nuestra demanda:

$$W_{min} := Q_{pico} \cdot \frac{\eta_{ele}}{\eta_{ter}} \quad W_{min} = \begin{pmatrix} 121.678 \\ 131.115 \\ 139.57 \\ 113.793 \\ 123.051 \end{pmatrix} W \cdot 10^3$$

La potencia mínima para satisfacer la demanda pico.

Que motor excluimos por no llegar a la potencia electrica requerida para un valor de la demanda de calor útil pico?

$$\Delta W_{ele} := W_{m_e} - W_{min} = \begin{pmatrix} 63.322 \\ 79.885 \\ 75.43 \\ 6.207 \\ -33.051 \end{pmatrix} \cdot 10^3 \cdot W$$

Diferencia electrica de la potencia del motor respecto a la potencia minima eléctrica que se necesita para satisfacer la demanda térmica.

NOTA: El motor quinto no nos proporciona la potencia suficiente para atender la demanda térmica, por lo tanto debemos de suministrar la instalación con la caldera de apoyo.

Calculo de la potencia térmica max. capaz de suministrar el quinto motor.

$$W_{m_{e5}} := 90 \cdot 10^3 \cdot W$$

$$\eta_{ter5} := 0.59$$

$$\eta_{ele5} := 0.33$$

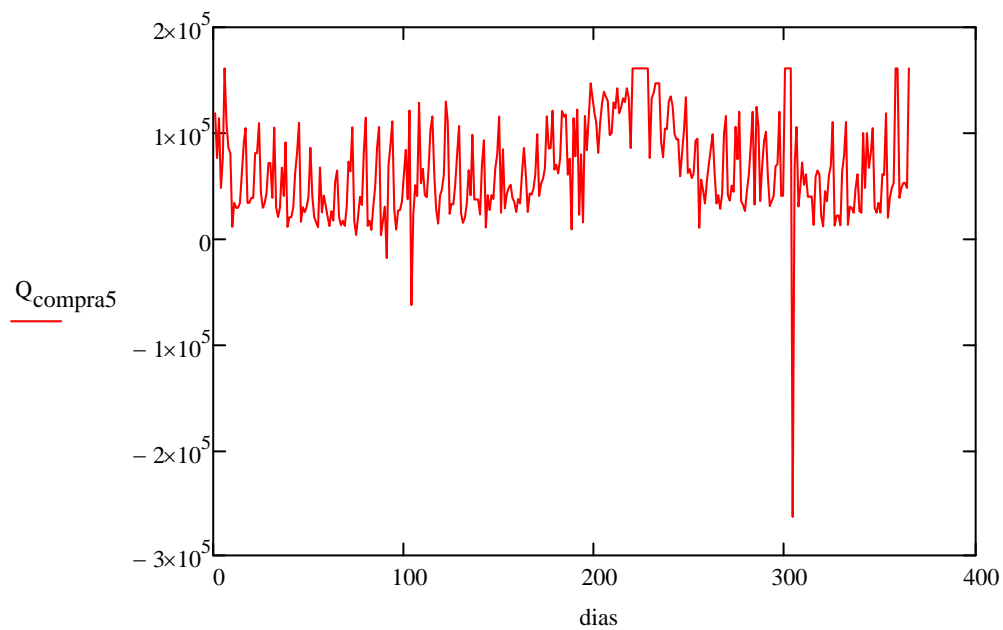
$$Q_{max5} := W_{m_{e5}} \cdot \frac{\eta_{ter5}}{\eta_{ele5}} = 160.909 \cdot 10^3 \cdot W$$

Esta es la max. potencia térmica que suministra el quinto motor.

$$Q_{compra5} := Q_{max5} - Q_d =$$

	0
10	33.623
11	28.909
12	28.909
13	33.623
14	61.909
15	90.195
16	104.338
17	33.623
18	33.623
19	38.338
20	38.338
21	80.766
22	80.766
23	109.052
24	43.052
25	...

$W \cdot 10^3$



NOTA : como podemos observar, cuando la demanda es mayor de lo que proporciona nuestro quinto motor, debemos apoyarnos en la caldera. Ayudandonos con una hoja de excel, hemos averiguado que estos días q necesitamos el apoyo de la caldera han sido 3 días (son los días negativos en la gráfica) Esto será calculado en el apartado de Estudio Económico. Ver anexo VI, motor 5.

$$\Delta W := W_{\min} - W_{\text{dm}} = \begin{pmatrix} 101.016 \\ 110.453 \\ 118.908 \\ 93.131 \\ 102.389 \end{pmatrix} \cdot 10^3 \cdot W$$

Diferencia eléctrica para satisfacer la demanda eléctrica. Esta diferencia será vendida a la red.
NOTA: la quinta opción sale positiva por la fórmula simplemente, pero como hemos dicho anteriormente, eliminamos esta opción a priori en el MATHCAD.

$$\text{REE} := \frac{W_{\text{m}_e}}{F - \frac{Q_{\text{util}}}{0.9}} = \begin{pmatrix} 0.917 \\ 0.831 \\ 0.928 \\ 0.844 \\ 0.948 \end{pmatrix}$$

Rendimiento electrico equivalente

$$\text{FUE} := \frac{W_{\text{m}_e} + Q_{\text{util}}}{F} = \begin{pmatrix} 0.906 \\ 0.873 \\ 0.911 \\ 0.88 \\ 0.917 \end{pmatrix}$$

Factor de utilizacion de la energia

$$\lambda := \frac{Q_{\text{util}}}{W_{\text{m}_e}} = \begin{pmatrix} 1.805 \\ 1.678 \\ 1.572 \\ 1.933 \\ 1.778 \end{pmatrix} \quad \text{relación calor y trabajo}$$

$$\Delta F := \frac{Q_{\text{util}}}{0.9} + \frac{W_{\text{m}_e}}{\eta_{\text{ma}} \cdot \eta_{\text{gen}}} - F = \begin{pmatrix} 3.711 \times 10^5 \\ 3.933 \times 10^5 \\ 3.756 \times 10^5 \\ 2.578 \times 10^5 \\ 1.778 \times 10^5 \end{pmatrix} \text{ W}$$

Diferencia de Energía Primaria entre sistema convencional y sistema de cogeneración. Se considera un rendimiento de la caldera de 0,9.

$$\text{IAE} := \frac{\Delta F}{\frac{Q_{\text{util}}}{0.9} + \frac{W_{\text{m}_e}}{\eta_{\text{ma}} \cdot \eta_{\text{gen}}}} = \begin{pmatrix} 0.393 \\ 0.378 \\ 0.382 \\ 0.392 \\ 0.395 \end{pmatrix}$$

Indice de ahorro de Energía Primaria. Se considera un rendimiento de la caldera de 0,9.

$$t_{\text{conv}} := 4600 \cdot \text{hr}$$

La instalación esta abierta 4584,5 horas al año. Suponemos 4600 horas al año.

$$t_{\text{cogen}} := 4324 \cdot \text{hr}$$

Se supone que el motor trabaja al 94%, y que abastece toda la demanda de calor util.

Emisiones:

$$RCO2e := 0.39 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{W} \cdot \text{hr}}$$

kg de CO2 emitidos por kWh
producido

$$RCO2gn := 0.22 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{W} \cdot \text{hr}}$$

kg de CO2 emitidos por kWh de GN
consumido

Emisiones de ambos sistemas:

$$EmisionesCO2_{conv} := Wm_e \cdot t_{conv} \cdot RCO2e + \frac{Q_{util} \cdot t_{conv} \cdot RCO2gn}{0.9} = \begin{pmatrix} 707.454 \\ 776.587 \\ 765.772 \\ 476.151 \\ 341.371 \end{pmatrix} \cdot \text{tonne}$$

$$EmisionesCO2_{cogen} := \frac{Q_{util} \cdot t_{cogen}}{\eta_{ter}} \cdot RCO2gn = \begin{pmatrix} 544.054 \\ 615.636 \\ 576.223 \\ 380.512 \\ 257.974 \end{pmatrix} \cdot \text{tonne}$$

Ahorro de CO2

$$\Delta\text{CO2} := \text{EmisionesCO2}_{\text{conv}} - \text{EmisionesCO2}_{\text{cogen}} = \begin{pmatrix} 163.4 \\ 160.951 \\ 189.549 \\ 95.639 \\ 83.397 \end{pmatrix} \cdot \text{tonne}$$

Tasa de ahorro

$$\text{TCO2} := \frac{\Delta\text{CO2}}{\text{EmisionesCO2}_{\text{conv}}} = \begin{pmatrix} 0.231 \\ 0.207 \\ 0.248 \\ 0.201 \\ 0.244 \end{pmatrix}$$

Precios:

(a continuación se realiza una primera aproximación de la rentabilidad. Esto se realiza con exactitud con una hoja de cálculo de excel)

$$\text{pr}_e := 0.142349 \cdot \frac{1}{10^3 \cdot \text{W} \cdot \text{hr}}$$

precio de la electricidad

$$\text{pr}_{\text{gn}} := 0.055135 \cdot \frac{1}{10^3 \cdot \text{W} \cdot \text{hr}}$$

precio del gas natural

$$\text{ve}_e := 0.166694 \cdot \frac{1}{10^3 \cdot \text{W} \cdot \text{hr}}$$

precio de la venta de la electricidad

Sistema convencional:

$$pr_{conv} := W_{dm} \cdot t_{conv} \cdot pr_e + \frac{Q_{dm} \cdot t_{conv} \cdot pr_{gn}}{0.9} = 4.033 \times 10^4 \quad \text{euros}$$

Sistema de cogeneración:

$$pr_{cogen} := \frac{W_{dm} \cdot t_{cogen}}{\eta_{ele}} \cdot pr_e - \Delta W \cdot t_{cogen} \cdot ve_e = \begin{pmatrix} -3.344 \times 10^4 \\ -4.06 \times 10^4 \\ -4.978 \times 10^4 \\ -2.473 \times 10^4 \\ -3.526 \times 10^4 \end{pmatrix} \quad \text{euros}$$

$$\Delta pr := pr_{conv} - pr_{cogen} = \begin{pmatrix} 7.377 \times 10^4 \\ 8.093 \times 10^4 \\ 9.011 \times 10^4 \\ 6.506 \times 10^4 \\ 7.559 \times 10^4 \end{pmatrix} \quad \text{euros}$$

PRECIO DE MOTORES.FUENTE: U.s. EPA. (CHP partnership)

A continuación se realiza una primera aproximación del estudio económico y del cálculo de amortización. En la memoria del trabajo se detalla este apartado con mayor exactitud.

$$pr_{\text{motor}} := 800 \cdot \frac{1}{10^3 \cdot W}$$

$$\cancel{pr_{\text{motor}}} := pr_{\text{motor}} \cdot W m_e = \begin{pmatrix} 1.48 \times 10^5 \\ 1.688 \times 10^5 \\ 1.72 \times 10^5 \\ 9.6 \times 10^4 \\ 7.2 \times 10^4 \end{pmatrix} \quad \text{euros}$$

$$pr_{\text{mante}} := 0.01 \cdot \frac{1}{10^3 \cdot W \cdot hr}$$

$$\cancel{pr_{\text{mante}}} := pr_{\text{mante}} \cdot t_{\text{cogen}} \cdot W m_e = \begin{pmatrix} 7.999 \times 10^3 \\ 9.124 \times 10^3 \\ 9.297 \times 10^3 \\ 5.189 \times 10^3 \\ 3.892 \times 10^3 \end{pmatrix} \quad \text{euros}$$

$$pr := pr_{\text{motor}} + pr_{\text{mante}} = \begin{pmatrix} 1.56 \times 10^5 \\ 1.779 \times 10^5 \\ 1.813 \times 10^5 \\ 1.012 \times 10^5 \\ 7.589 \times 10^4 \end{pmatrix} \quad \text{euros}$$

$$\text{pr}_{\text{otros}} := 1.05 \cdot \text{pr} = \begin{pmatrix} 1.638 \times 10^5 \\ 1.868 \times 10^5 \\ 1.904 \times 10^5 \\ 1.062 \times 10^5 \\ 7.969 \times 10^4 \end{pmatrix} \qquad \text{euros}$$

tiempo de amortización

$$\tau_{\text{amor}} := \frac{\text{pr}_{\text{otros}}}{\Delta \text{pr}} = \begin{pmatrix} 2.221 \\ 2.308 \\ 2.113 \\ 1.633 \\ 1.054 \end{pmatrix} \qquad \text{años}$$

ANEXO VI. ESTUDIO ECONÓMICO

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MARGEN BRUTO											
A) Ingresos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tarifa eléctrica para la venta a la red (Euros/kWh)	0,167	0,170	0,173	0,177	0,180	0,184	0,188	0,191	0,195	0,199	0,203
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que se vende a la red (kWh)	436.724	441.091	445.502	449.957	454.457	459.001	463.591	468.227	472.910	477.639	482.415
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Tarifa eléctrica ahorrada por cogeneración (Euros/kWh)	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,164	0,167	0,170	0,174
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que ahorra la cogeneración	97.290	98.263	99.246	100.238	101.240	102.253	103.275	104.308	105.351	106.405	107.469
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Ingresos derivados de la venta a la red	89.265	91.961	94.738	97.599	100.547	103.583	106.712	109.934	113.254	116.675	
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	89.265	91.961	94.738	97.599	100.547	103.583	106.712	109.934	113.254	116.675	
B) Gastos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Precio del gas normal (Euros/kWh)	0,055	0,056	0,057	0,059	0,060	0,061	0,062	0,063	0,065	0,066	0,067
Tasa estimada de incremento de esos precios	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Volumen de consumo de gas normal (kwh)	446.500	450.965	455.475	460.029	464.630	469.276	473.969	478.708	483.496	488.330	493.214
Tasa estimada de incremento de esos volúmenes	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Tarifa eléctrica ahorrada por cogeneración (Euros/kWh)	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,164	0,167	0,170	0,174
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que ahorra la cogeneración	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Seguro de la instalación (10% inversión)	14.800	15.096	15.398	15.706	16.020	16.340	16.667	17.001	17.341	17.687	18.041
Tasa estimada de incremento del seguro	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Otros (5% inversión)	7.400	7.474	7.549	7.624	7.700	7.777	7.855	7.934	8.013	8.093	8.174
Tasa estimada de incremento de otros	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Gastos derivados de la compra de gas	47.931,234	49.073,804	50.246,289	51.449,518	52.684,340	53.951,630	55.252,288	56.587,238	57.957,434	59.363,853	
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	47.931	49.074	50.246	51.450	52.684	53.952	55.252	56.587	57.957	59.364	
MARGEN OPERATIVO BRUTO (€)	41.334	42.887	44.492	46.150	47.862	49.632	51.459	53.347	55.297	57.311	
Porcentaje de incremento		3,62%	3,61%	3,59%	3,58%	3,56%	3,55%	3,54%	3,53%	3,51%	

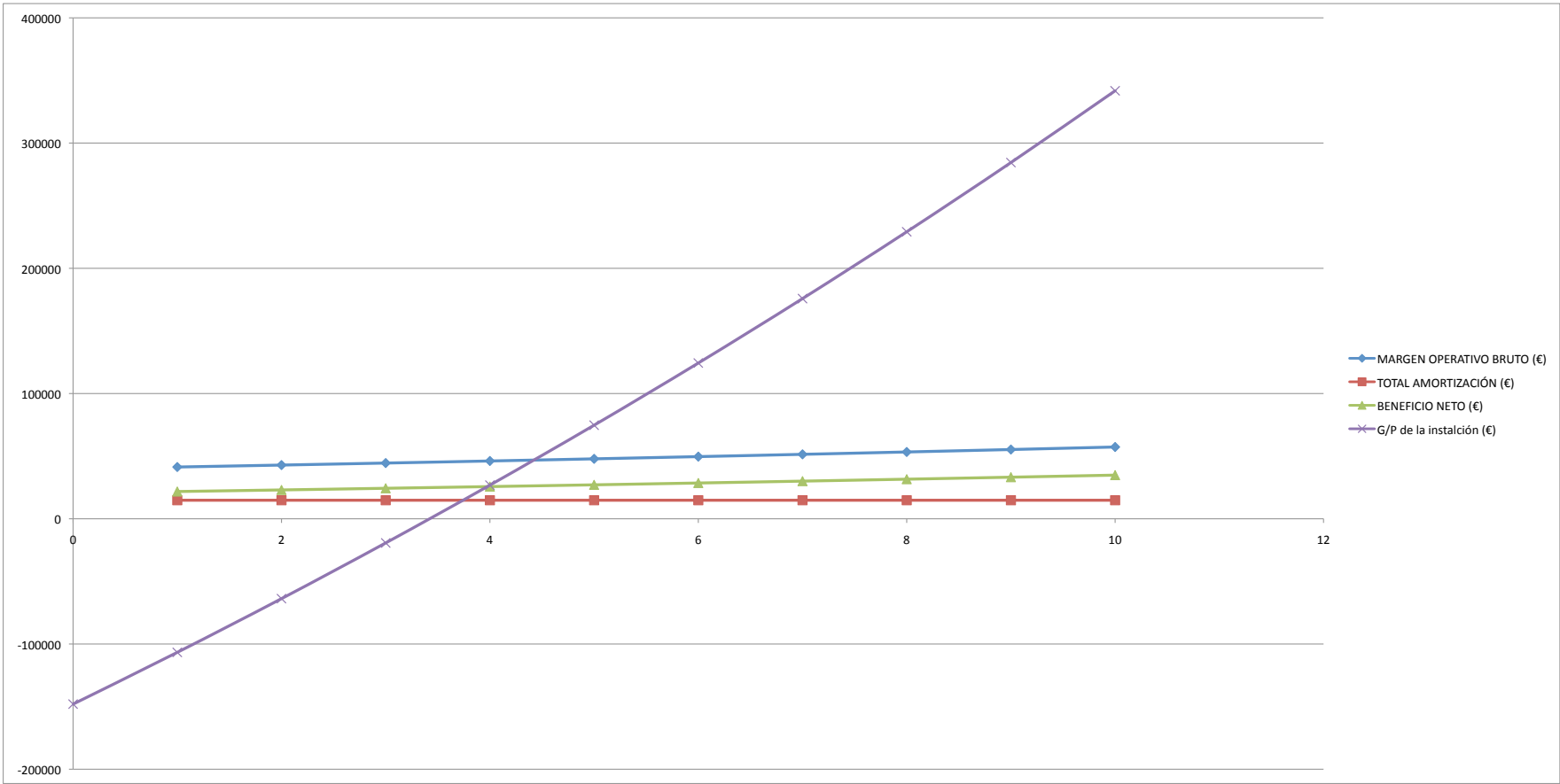
AMORTIZACION	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión inicial en inmovilizado	148000										
Período de amortización (años)	10										
Amortización del inmovilizado		14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800
Amortización de los gastos amortizables		0	0	0	0	0					
TOTAL AMORTIZACIÓN (€)	14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800
Evolución del inmovilizado y de los gastos amortizables	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inmovilizado bruto a final de año	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000
Amortización acumulada	0	14800	29600	44400	59200	74000	88800	103600	118400	133200	148000
Inmovilizado neto	148000	133200	118400	103600	88800	74000	59200	44400	29600	14800	0

DEUDA				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables				148000										
Porcentaje que se financia con recursos propios				100%										
Porcentaje que se financia con deuda				0%										
Importe inicial de la deuda				0										
Plazo de amortización (años)				10										
Principal a amortizar anualmente					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Importe de la deuda a final de cada año				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo de interés de referencia (Euribor u otro)				2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Margen sobre el tipo de referencia				4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Tipo de interés de la deuda				6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Interés anual					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Servicio a la deuda anual (Interés + principal de amortización)					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUENTA DE RESULTADOS				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos operativos					89.265	91.961	94.738	97.599	100.547	103.583	106.712	109.934	113.254	116.675
Gastos operativos					47.931	49.074	50.246	51.450	52.684	53.952	55.252	56.587	57.957	59.364
Margen operativo bruto					41.334	42.887	44.492	46.150	47.862	49.632	51.459	53.347	55.297	57.311
- Amortización					14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800	14800
- Intereses					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio antes de impuestos (BAI)					26.534	28.087	29.692	31.350	33.062	34.832	36.659	38.547	40.497	42.511
(IVA)					18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%
- Impuestos					4776,111379	5055,694463	5344,547035	5642,962839	5951,244737	6269,704992	6598,665555	6938,458363	7289,425647	7651,920247
BENEFICIO NETO (C)					21.758	23.031	24.347	25.707	27.111	28.562	30.061	31.609	33.207	34.859
Porcentaje de incremento						5,53%	5,40%	5,29%	5,18%	5,08%	4,99%	4,90%	4,81%	4,74%

BALANCE ACTIVO Y PASIVO													
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inmovilizado neto			148000	133200	118400	103600	88800	74000	59200	44400	29600	14800	0
Total Activo			148000	133200	118400	103600	88800	74000	59200	44400	29600	14800	0
Deuda principal			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios del año			0	21757,84073	23031,497	24347,38094	25706,83071	27111,22603	28561,98941	30060,58753	31608,53254	33207,38351	34858,74779
Capital			148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000
Total Pasivo			148000	169757,8407	171031,497	172347,3809	173706,8307	175111,226	176561,9894	178060,5875	179608,5325	181207,3835	182858,7478

VAN,TIR,retorno de la inversion			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Capital invertido			148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000
Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN			5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Factor de descuento a esa tasa			1	1,05	1,1025	1,157625	1,21550625	1,276281563	1,340095641	1,407100423	1,477455444	1,551328216	1,628894627
Flujo de caja			-	41.334	42.887	44.492	46.150	47.862	49.632	51.459	53.347	55.297	57.311
VA			489.771										
VAN de la inversión			372.711										
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Esquema de la inversión			-148000	41.334	42.887	44.492	46.150	47.862	49.632	51.459	53.347	55.297	57.311
TIR de la inversión			28%										
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de caja acumulado (A)			-	41.334	84.221	128.713	174.863	222.725	272.357	323.816	377.163	432.460	489.771
Capital invertido (B)			148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000	148000
G/P de la instalación (C)			-148000	-106666,0479	-63778,85643	-19286,92846	26862,86509	74725,33586	124357,0303	175816,2833	229163,2742	284460,0834	341770,7514



AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MARGEN BRUTO											
A) Ingresos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tarifa eléctrica para la venta a la red (Euros/kWh)	0,167	0,170	0,173	0,177	0,180	0,184	0,188	0,191	0,195	0,199	0,203
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que se vende a la red (kWh)	475.640	480.396	485.200	490.052	494.953	499.902	504.901	509.950	515.050	520.200	525.402
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Tarifa eléctrica ahorrada por cogeneración (Euros/kWh)	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,164	0,167	0,170	0,174
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que ahorra la cogeneración	97.290	98.263	99.246	100.238	101.240	102.253	103.275	104.308	105.351	106.405	107.469
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Ingresos derivados de la venta a la red	95.948	98.846	101.831	104.906	108.074	111.338	114.701	118.165	121.733	125.410	
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	95.948	98.846	101.831	104.906	108.074	111.338	114.701	118.165	121.733	125.410	
B) Gastos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Precio del gas normal (Euros/kWh)	0,055	0,056	0,057	0,059	0,060	0,061	0,062	0,063	0,065	0,066	0,067
Tasa estimada de incremento de esos precios	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Volumen de consumo de gas normal (kwh)	446.500	450.965	455.475	460.029	464.630	469.276	473.969	478.708	483.496	488.330	493.214
Tasa estimada de incremento de esos volúmenes	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Tarifa eléctrica ahorrada por cogeneración (Euros/kWh)	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,164	0,167	0,170	0,174
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que ahorra la cogeneración	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Seguro de la instalación (10% inversión)	16.880	17.218	17.562	17.913	18.271	18.637	19.010	19.390	19.778	20.173	20.577
Tasa estimada de incremento del seguro	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Otros (5% inversión)	8.440	8.524	8.610	8.696	8.783	8.871	8.959	9.049	9.139	9.231	9.323
Tasa estimada de incremento de otros	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Gastos derivados de la compra de gas	51.103,234	52.298,740	53.525,115	54.783,205	56.073,878	57.398,029	58.756,574	60.150,461	61.580,659	63.048,168	
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	51.103	52.299	53.525	54.783	56.074	57.398	58.757	60.150	61.581	63.048	
MARGEN OPERATIVO BRUTO (€)	44.845	46.547	48.306	50.123	52.001	53.940	55.944	58.014	60.153	62.361	
Porcentaje de incremento		3,66%	3,64%	3,63%	3,61%	3,60%	3,58%	3,57%	3,55%	3,54%	

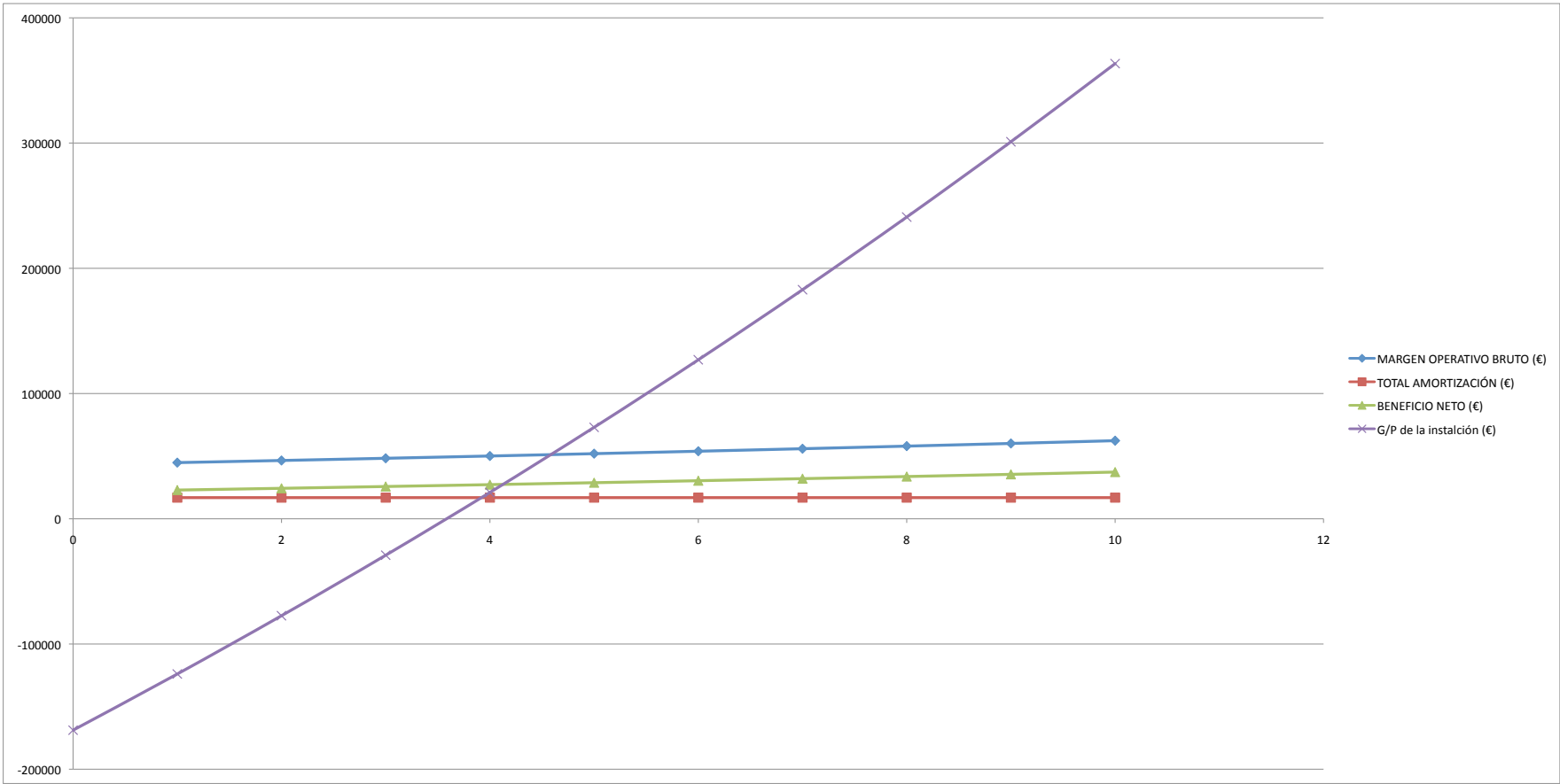
AMORTIZACION	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión inicial en inmovilizado	168800										
Período de amortización (años)	10										
Amortización del inmovilizado		16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880
Amortización de los gastos amortizables		0	0	0	0	0					
TOTAL AMORTIZACIÓN (€)		16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880
Evolución del inmovilizado y de los gastos amortizables	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inmovilizado bruto a final de año	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800
Amortización acumulada	0	16880	33760	50640	67520	84400	101280	118160	135040	151920	168800
Inmovilizado neto	168800	151920	135040	118160	101280	84400	67520	50640	33760	16880	0

DEUDA													
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables			168800										
Porcentaje que se financia con recursos propios			100%										
Porcentaje que se financia con deuda			0%										
Importe inicial de la deuda			0										
Plazo de amortización (años)			10										
Principal a amortizar anualmente				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Importe de la deuda a final de cada año			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo de interés de referencia (Euribor u otro)			2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Margen sobre el tipo de referencia			4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Tipo de interés de la deuda			6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Interés anual				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Servicio a la deuda anual (Interés + principal de amortización)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUENTA DE RESULTADOS													
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos operativos				95.948	98.846	101.831	104.906	108.074	111.338	114.701	118.165	121.733	125.410
Gastos operativos				51.103	52.299	53.525	54.783	56.074	57.398	58.757	60.150	61.581	63.048
Margen operativo bruto				44.845	46.547	48.306	50.123	52.001	53.940	55.944	58.014	60.153	62.361
- Amortización				16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880	16880
- Intereses				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio antes de impuestos (BAI)				27.965	29.667	31.426	33.243	35.121	37.060	39.064	41.134	43.273	45.481
(IVA)			18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%
- Impuestos				5033,686524	5340,069769	5656,647966	5983,744745	6321,693797	6670,839177	7031,535626	7404,148899	7789,056101	8186,646041
BENEFICIO NETO (C)				22.931	24.327	25.769	27.259	28.799	30.389	32.033	33.730	35.483	37.295
Porcentaje de incremento					5,74%	5,60%	5,47%	5,35%	5,23%	5,13%	5,03%	4,94%	4,86%

BALANCE ACTIVO Y PASIVO													
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inmovilizado neto			168800	151920	135040	118160	101280	84400	67520	50640	33760	16880	0
Total Activo			168800	151920	135040	118160	101280	84400	67520	50640	33760	16880	0
Deuda principal			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios del año			0	22931,23861	24326,9845	25769,17407	27259,28162	28798,8273	30389,37847	32032,55118	33730,01165	35483,47779	37294,72085
Capital			168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800
Total Pasivo			168800	191731,2386	193126,9845	194569,1741	196059,2816	197598,8273	199189,3785	200832,5512	202530,0116	204283,4778	206094,7209

VAN,TIR,retorno de la inversion			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Capital invertido			168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800
Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN			5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Factor de descuento a esa tasa			1	1,05	1,1025	1,157625	1,21550625	1,276281563	1,340095641	1,407100423	1,477455444	1,551328216	1,628894627
Flujo de caja			-	44.845	46.547	48.306	50.123	52.001	53.940	55.944	58.014	60.153	62.361
VA			532.234										
VAN de la inversión			404.973										
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Esquema de la inversión			-168800	44.845	46.547	48.306	50.123	52.001	53.940	55.944	58.014	60.153	62.361
TIR de la inversión			27%										
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de caja acumulado (A)			-	44.845	91.392	139.698	189.821	241.821	295.762	351.706	409.720	469.872	532.234
Capital invertido (B)			168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800	168800
G/P de la instalación (C)			-168800	-123955,0749	-77408,02059	-29102,19856	21020,8278	73021,3489	126961,5665	182905,6534	240919,8139	301072,3478	363433,7147



AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MARGEN BRUTO											
A) Ingresos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tarifa eléctrica para la venta a la red (Euros/kWh)	0,167	0,170	0,173	0,177	0,180	0,184	0,188	0,191	0,195	0,199	0,203
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que se vende a la red (kWh)	510.232	515.334	520.488	525.693	530.949	536.259	541.622	547.038	552.508	558.033	563.614
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Tarifa eléctrica ahorrada por cogeneración (Euros/kWh)	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,164	0,167	0,170	0,174
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que ahorra la cogeneración	97.290	98.263	99.246	100.238	101.240	102.253	103.275	104.308	105.351	106.405	107.469
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Ingresos derivados de la venta a la red	101.889	104.966	108.136	111.401	114.766	118.232	121.802	125.481	129.270	133.174	
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	101.889	104.966	108.136	111.401	114.766	118.232	121.802	125.481	129.270	133.174	
B) Gastos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Precio del gas normal (Euros/kWh)	0,055	0,056	0,057	0,059	0,060	0,061	0,062	0,063	0,065	0,066	0,067
Tasa estimada de incremento de esos precios	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Volumen de consumo de gas normal (kwh)	446.500	450.965	455.475	460.029	464.630	469.276	473.969	478.708	483.496	488.330	493.214
Tasa estimada de incremento de esos volúmenes	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Tarifa eléctrica ahorrada por cogeneración (Euros/kWh)	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,164	0,167	0,170	0,174
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que ahorra la cogeneración	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Seguro de la instalación (10% inversión)	17.200	17.544	17.895	18.253	18.618	18.990	19.370	19.757	20.153	20.556	20.967
Tasa estimada de incremento del seguro	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Otros (5% inversión)	8.600	8.686	8.773	8.861	8.949	9.039	9.129	9.220	9.313	9.406	9.500
Tasa estimada de incremento de otros	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Gastos derivados de la compra de gas	51.591,234	52.794,884	54.029,550	55.296,080	56.595,346	57.928,244	59.295,696	60.698,649	62.138,078	63.614,986	
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	51.591	52.795	54.030	55.296	56.595	57.928	59.296	60.699	62.138	63.615	
MARGEN OPERATIVO BRUTO (€)	50.297	52.171	54.106	56.105	58.170	60.303	62.506	64.782	67.132	69.559	
Porcentaje de incremento		3,59%	3,58%	3,56%	3,55%	3,54%	3,52%	3,51%	3,50%	3,49%	

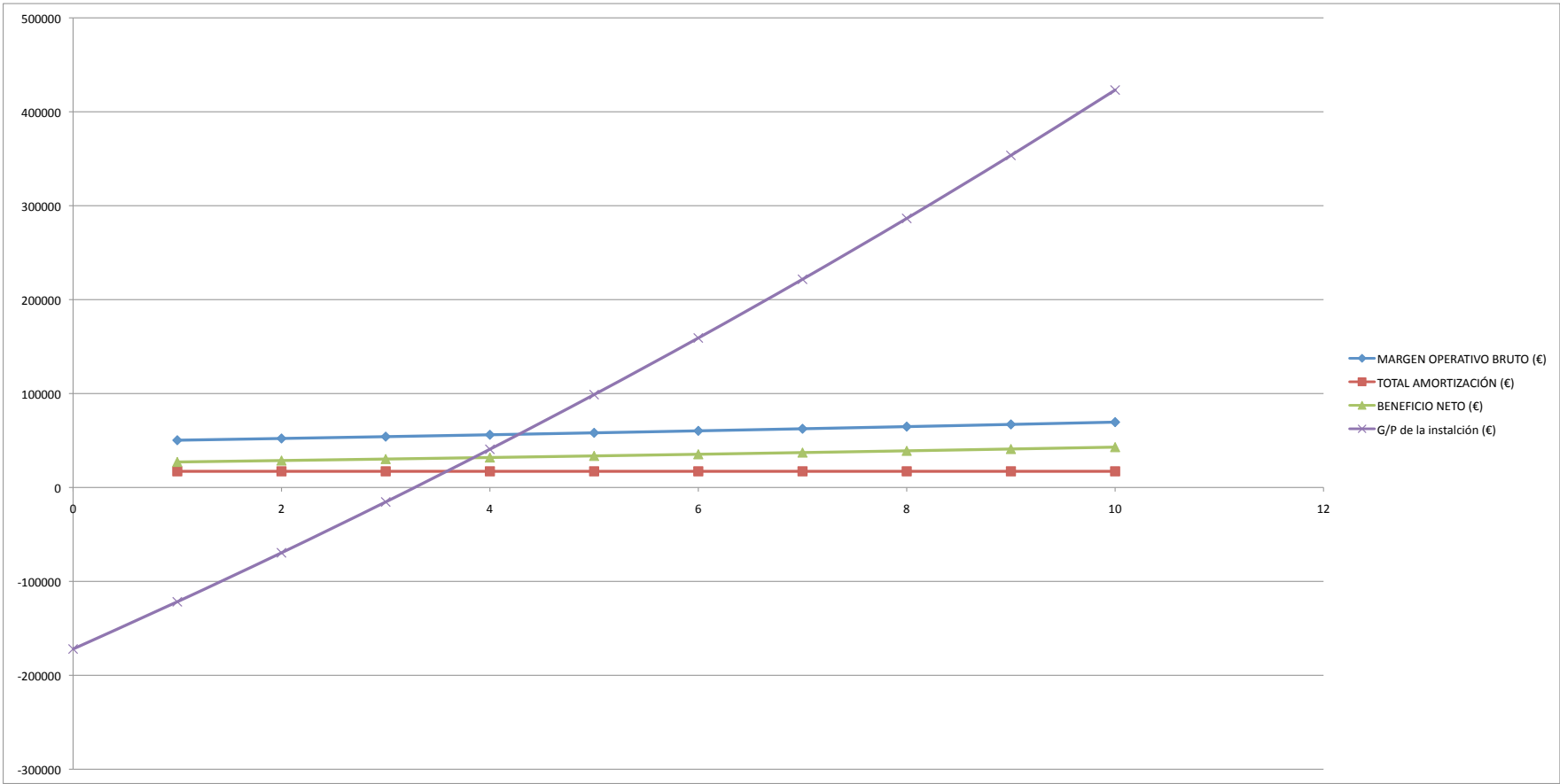
AMORTIZACION	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión inicial en inmovilizado	172000										
Período de amortización (años)	10										
Amortización del inmovilizado		17200	17200	17200	17200	17200	17200	17200	17200	17200	17200
Amortización de los gastos amortizables		0	0	0	0	0					
TOTAL AMORTIZACIÓN (€)		17200	17200	17200	17200	17200	17200	17200	17200	17200	17200
Evolución del inmovilizado y de los gastos amortizables	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inmovilizado bruto a final de año	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000
Amortización acumulada	0	17200	34400	51600	68800	86000	103200	120400	137600	154800	172000
Inmovilizado neto	172000	154800	137600	120400	103200	86000	68800	51600	34400	17200	0

DEUDA				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables				172000										
Porcentaje que se financia con recursos propios				100%										
Porcentaje que se financia con deuda				0%										
Importe inicial de la deuda				0										
Plazo de amortización (años)				10										
Principal a amortizar anualmente					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Importe de la deuda a final de cada año				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo de interés de referencia (Euribor u otro)				2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Margen sobre el tipo de referencia				4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Tipo de interés de la deuda				6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Interés anual					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Servicio a la deuda anual (Interés + principal de amortización)					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUENTA DE RESULTADOS				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos operativos					101.889	104.966	108.136	111.401	114.766	118.232	121.802	125.481	129.270	133.174
Gastos operativos					51.591	52.795	54.030	55.296	56.595	57.928	59.296	60.699	62.138	63.615
Margen operativo bruto					50.297	52.171	54.106	56.105	58.170	60.303	62.506	64.782	67.132	69.559
- Amortización					17200	17200	17200	17200	17200	17200	17200	17200	17200	17200
- Intereses					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio antes de impuestos (BAI)					33.097	34.971	36.906	38.905	40.970	43.103	45.306	47.582	49.932	52.359
(IVA)					18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%
- Impuestos					5957,522209	6294,731659	6643,084874	7002,934437	7374,64387	7758,587967	8155,153143	8564,737785	8987,752629	9424,621126
BENEFICIO NETO (C)					27.140	28.676	30.263	31.902	33.596	35.345	37.151	39.017	40.944	42.934
Porcentaje de incremento						5,36%	5,24%	5,14%	5,04%	4,95%	4,86%	4,78%	4,71%	4,64%

BALANCE ACTIVO Y PASIVO												
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inmovilizado neto		172000	154800	137600	120400	103200	86000	68800	51600	34400	17200	0
Total Activo		172000	154800	137600	120400	103200	86000	68800	51600	34400	17200	0
Deuda principal		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios del año		0	27139,82339	28675,99978	30262,9422	31902,25688	33595,59985	35344,67852	37151,2532	39017,1388	40944,20642	42934,38513
Capital		172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000
Total Pasivo		172000	199139,8234	200675,9998	202262,9422	203902,2569	205595,5999	207344,6785	209151,2532	211017,1388	212944,2064	214934,3851

VAN, TIR, retorno de la inversión												
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Capital invertido		172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000
Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN		5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Factor de descuento a esa tasa		1	1,05	1,1025	1,157625	1,21550625	1,276281563	1,340095641	1,407100423	1,477455444	1,551328216	1,628894627
Flujo de caja		-	50.297	52.171	54.106	56.105	58.170	60.303	62.506	64.782	67.132	69.559
VA		595.132										
VAN de la inversión		452.943										
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Esquema de la inversión		-172000	50.297	52.171	54.106	56.105	58.170	60.303	62.506	64.782	67.132	69.559
TIR de la inversión		30%										
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de caja acumulado (A)		-	50.297	102.468	156.574	212.679	270.850	331.153	393.659	458.441	525.573	595.132
Capital invertido (B)		172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000
G/P de la instalación (C)		-172000	-121702,6544	-69531,92296	-15425,89588	40679,29544	98849,53916	159152,8056	221659,212	286441,0886	353573,0476	423132,0539



AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MARGEN BRUTO											
A) Ingresos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tarifa eléctrica para la venta a la red (Euros/kWh)	0,167	0,170	0,173	0,177	0,180	0,184	0,188	0,191	0,195	0,199	0,203
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que se vende a la red (kWh)	402.132	406.153	410.215	414.317	418.460	422.645	426.871	431.140	435.451	439.806	444.204
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Tarifa eléctrica ahorrada por cogeneración (Euros/kWh)	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,164	0,167	0,170	0,174
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que ahorra la cogeneración	97.290	98.263	99.246	100.238	101.240	102.253	103.275	104.308	105.351	106.405	107.469
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Ingresos derivados de la venta a la red	83.325	85.841	88.434	91.104	93.856	96.690	99.610	102.618	105.717	108.910	
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	83.325	85.841	88.434	91.104	93.856	96.690	99.610	102.618	105.717	108.910	
B) Gastos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Precio del gas normal (Euros/kWh)	0,055	0,056	0,057	0,059	0,060	0,061	0,062	0,063	0,065	0,066	0,067
Tasa estimada de incremento de esos precios	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Volumen de consumo de gas normal (kwh)	446.500	450.965	455.475	460.029	464.630	469.276	473.969	478.708	483.496	488.330	493.214
Tasa estimada de incremento de esos volúmenes	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Tarifa eléctrica ahorrada por cogeneración (Euros/kWh)	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,164	0,167	0,170	0,174
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que ahorra la cogeneración	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Seguro de la instalación (10% inversión)	9.600	9.792	9.988	10.188	10.391	10.599	10.811	11.027	11.248	11.473	11.702
Tasa estimada de incremento del seguro	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Otros (5% inversión)	4.800	4.848	4.896	4.945	4.995	5.045	5.095	5.146	5.198	5.250	5.302
Tasa estimada de incremento de otros	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Gastos derivados de la compra de gas	40.001,234	41.011,464	42.049,225	43.115,300	44.210,493	45.335,633	46.491,570	47.679,182	48.899,371	50.153,064	
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	40.001	41.011	42.049	43.115	44.210	45.336	46.492	47.679	48.899	50.153	
MARGEN OPERATIVO BRUTO (€)	43.324	44.830	46.384	47.989	49.645	51.354	53.119	54.939	56.818	58.757	
Porcentaje de incremento		3,36%	3,35%	3,34%	3,34%	3,33%	3,32%	3,31%	3,31%	3,30%	

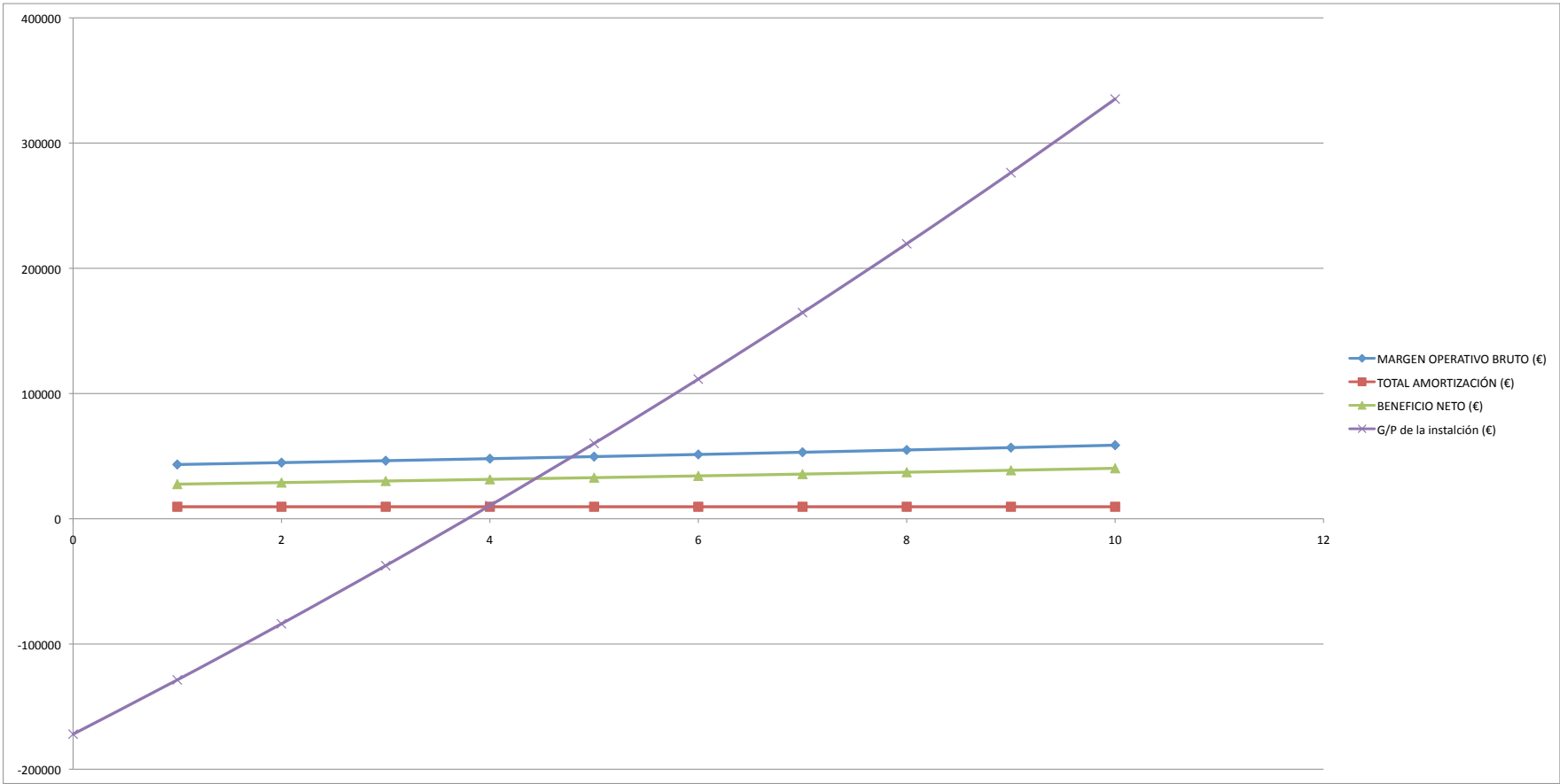
AMORTIZACION	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión inicial en inmovilizado	96000										
Período de amortización (años)	10										
Amortización del inmovilizado	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600
Amortización de los gastos amortizables	0	0	0	0	0	0					
TOTAL AMORTIZACIÓN (€)	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600
Evolución del inmovilizado y de los gastos amortizables	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inmovilizado bruto a final de año	96000	96000	96000	96000	96000	96000	96000	96000	96000	96000	96000
Amortización acumulada	0	9600	19200	28800	38400	48000	57600	67200	76800	86400	96000
Inmovilizado neto	96000	86400	76800	67200	57600	48000	38400	28800	19200	9600	0

DEUDA				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables				172000										
Porcentaje que se financia con recursos propios				100%										
Porcentaje que se financia con deuda				0%										
Importe inicial de la deuda				0										
Plazo de amortización (años)				10										
Principal a amortizar anualmente					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Importe de la deuda a final de cada año				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo de interés de referencia (Euribor u otro)				2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Margen sobre el tipo de referencia				4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Tipo de interés de la deuda				6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Interés anual					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Servicio a la deuda anual (Interés + principal de amortización)					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUENTA DE RESULTADOS				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos operativos					83.325	85.841	88.434	91.104	93.856	96.690	99.610	102.618	105.717	108.910
Gastos operativos					40.001	41.011	42.049	43.115	44.210	45.336	46.492	47.679	48.899	50.153
Margen operativo bruto					43.324	44.830	46.384	47.989	49.645	51.354	53.119	54.939	56.818	58.757
- Amortización					9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600	9600
- Intereses					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio antes de impuestos (BAI)					33.724	35.230	36.784	38.389	40.045	41.754	43.519	45.339	47.218	49.157
(IVA)					18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%
- Impuestos					6070,235695	6341,347853	6621,183433	6910,014838	7208,122856	7515,796921	7833,335375	8161,045742	8499,245004	8848,259897
BENEFICIO NETO (C)					27.653	28.888	30.163	31.479	32.837	34.239	35.685	37.178	38.719	40.309
Porcentaje de incremento						4,28%	4,23%	4,18%	4,14%	4,09%	4,05%	4,02%	3,98%	3,94%

BALANCE ACTIVO Y PASIVO												
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inmovilizado neto		96000	86400	76800	67200	57600	48000	38400	28800	19200	9600	0
Total Activo		96000	86400	76800	67200	57600	48000	38400	28800	19200	9600	0
Deuda principal		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios del año		0	27653,29594	28888,36244	30163,16897	31478,95648	32837,00412	34238,63042	35685,19449	37178,09727	38718,7828	40308,73953
Capital		172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000
Total Pasivo		172000	199653,2959	200888,3624	202163,169	203478,9565	204837,0041	206238,6304	207685,1945	209178,0973	210718,7828	212308,7395

VAN, TIR, retorno de la inversión												
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Capital invertido		172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000
Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN		5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Factor de descuento a esa tasa		1	1,05	1,1025	1,157625	1,21550625	1,276281563	1,340095641	1,407100423	1,477455444	1,551328216	1,628894627
Flujo de caja		-	43.324	44.830	46.384	47.989	49.645	51.354	53.119	54.939	56.818	58.757
VA		507.159										
VAN de la inversión		386.324										
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Esquema de la inversión		-172000	43.324	44.830	46.384	47.989	49.645	51.354	53.119	54.939	56.818	58.757
TIR de la inversión		25%										
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de caja acumulado (A)		-	43.324	88.153	134.538	182.527	232.172	283.526	336.645	391.584	448.402	507.159
Capital invertido (B)		172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000	172000
G/P de la instalación (C)		-172000	-128676,4684	-83846,75807	-37462,40566	10526,56566	60171,69264	111526,12	164644,6498	219583,7929	276401,8207	335158,8201



AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MARGEN BRUTO											
A) Ingresos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tarifa eléctrica para la venta a la red (Euros/kWh)	0,167	0,170	0,173	0,177	0,180	0,184	0,188	0,191	0,195	0,199	0,203
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que se vende a la red (kWh)	292.146	295.067	298.018	300.998	304.008	307.048	310.119	313.220	316.352	319.516	322.711
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Tarifa eléctrica ahorrada por cogeneración (Euros/kWh)	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,164	0,167	0,170	0,174
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que ahorra la cogeneración	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Ingresos derivados de la venta a la red	50.170	51.685	53.246	54.854	56.510	58.217	59.975	61.786	63.652	65.575	
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	50.170	51.685	53.246	54.854	56.510	58.217	59.975	61.786	63.652	65.575	
B) Gastos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Precio del gas normal (Euros/kWh)	0,055	0,056	0,057	0,059	0,060	0,061	0,062	0,063	0,065	0,066	0,067
Tasa estimada de incremento de esos precios	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Volumen de consumo de gas normal (kwh)	451.130	455.641	460.198	464.800	469.448	474.142	478.884	483.672	488.509	493.394	498.328
Tasa estimada de incremento de esos volúmenes	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Tarifa eléctrica ahorrada por cogeneración (Euros/kWh)	0,142	0,145	0,148	0,151	0,154	0,157	0,160	0,164	0,167	0,170	0,174
Tasa estimada de incremento de esa tarifa	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
Volumen anual de electricidad que ahorra la cogeneración	155.100	156.651	158.218	159.800	161.398	163.012	164.642	166.288	167.951	169.631	171.327
Tasa estimada de incremento de ese volumen	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Seguro de la instalación (10% inversión)	7.200	7.344	7.491	7.641	7.794	7.949	8.108	8.271	8.436	8.605	8.777
Tasa estimada de incremento del seguro	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Otros (5% inversión)	3.600	3.636	3.672	3.709	3.746	3.784	3.821	3.860	3.898	3.937	3.977
Tasa estimada de incremento de otros	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Gastos derivados de la compra de gas	59.349,314	60.993,307	62.684,717	64.424,937	66.215,403	68.057,595	69.953,035	71.903,292	73.909,979	75.974,760	
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	59.349	60.993	62.685	64.425	66.215	68.058	69.953	71.903	73.910	75.975	
MARGEN OPERATIVO BRUTO (€)	- 9.180	- 9.308	- 9.439	- 9.571	- 9.705	- 9.841	- 9.978	- 10.117	- 10.258	- 10.400	
Porcentaje de incremento		1,38%	1,38%	1,38%	1,38%	1,38%	1,38%	1,37%	1,37%	1,37%	

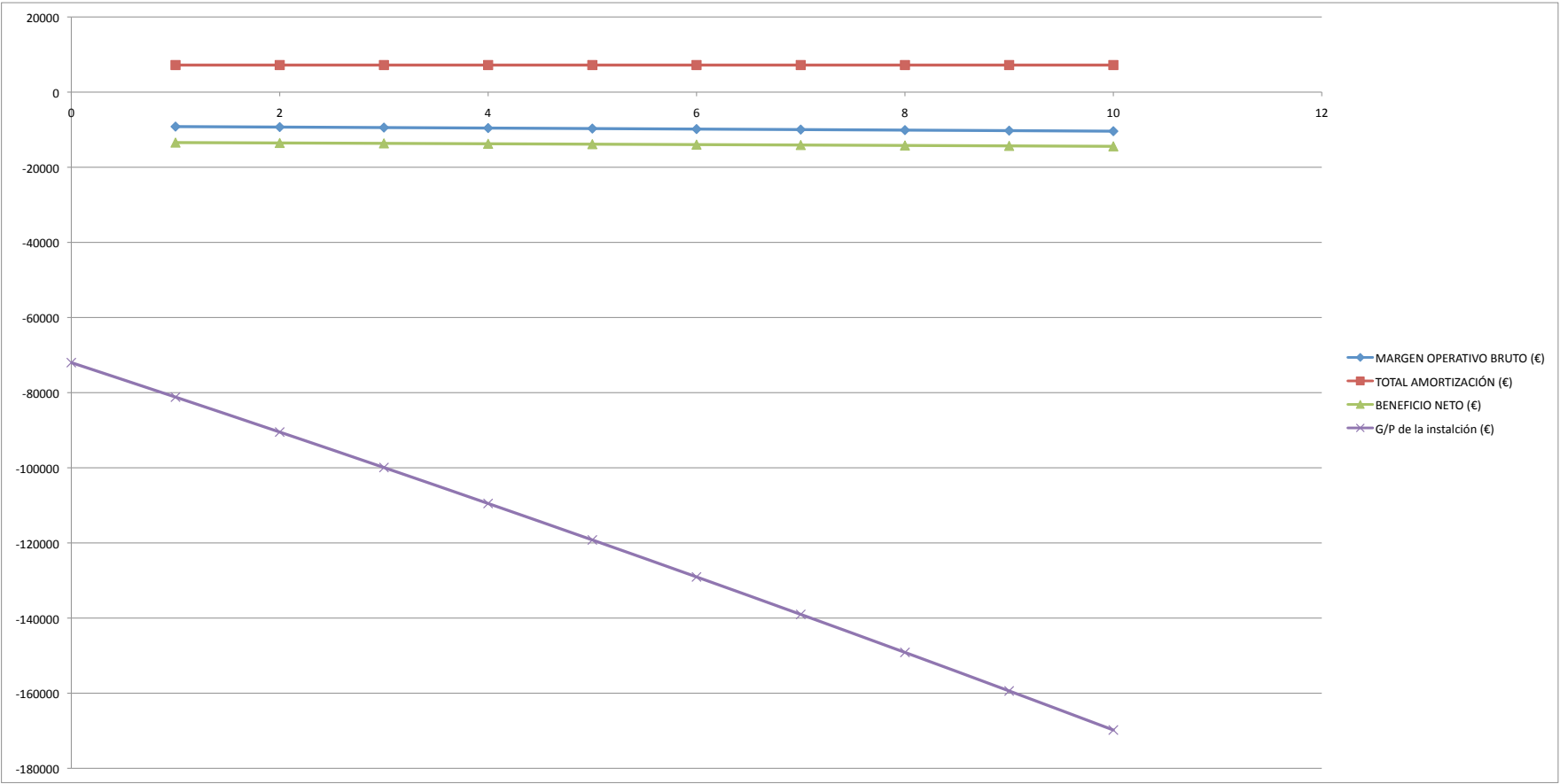
AMORTIZACION	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión inicial en inmovilizado	72000										
Período de amortización (años)	10										
Amortización del inmovilizado		7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
Amortización de los gastos amortizables		0	0	0	0	0					
TOTAL AMORTIZACIÓN (€)		7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
Evolución del inmovilizado y de los gastos amortizables	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inmovilizado bruto a final de año	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000
Amortización acumulada	0	7200	14400	21600	28800	36000	43200	50400	57600	64800	72000
Inmovilizado neto	72000	64800	57600	50400	43200	36000	28800	21600	14400	7200	0

DEUDA				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión en inmovilizado y gastos amortizables				72000										
Porcentaje que se financia con recursos propios				100%										
Porcentaje que se financia con deuda				0%										
Importe inicial de la deuda				0										
Plazo de amortización (años)				10										
Principal a amortizar anualmente					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Importe de la deuda a final de cada año				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipo de interés de referencia (Euribor u otro)				2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Margen sobre el tipo de referencia				4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Tipo de interés de la deuda				6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Interés anual					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Servicio a la deuda anual (Interés + principal de amortización)				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUENTA DE RESULTADOS				Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos operativos					50.170	51.685	53.246	54.854	56.510	58.217	59.975	61.786	63.652	65.575
Gastos operativos					59.349	60.993	62.685	64.425	66.215	68.058	69.953	71.903	73.910	75.975
Margen operativo bruto					- 9.180	- 9.308	- 9.439	- 9.571	- 9.705	- 9.841	- 9.978	- 10.117	- 10.258	- 10.400
- Amortización					7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
- Intereses					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio antes de impuestos (BAI)					- 16.380	- 16.508	- 16.639	- 16.771	- 16.905	- 17.041	- 17.178	- 17.317	- 17.458	- 17.600
(IVA)					18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%
- Impuestos					-2948,331513	-2971,527845	-2995,022829	-3018,81877	-3042,91792	-3067,322475	-3092,034573	-3117,056289	-3142,389628	-3168,036524
BENEFICIO NETO (C)					- 13.431	- 13.537	- 13.644	- 13.752	- 13.862	- 13.973	- 14.086	- 14.200	- 14.315	- 14.432
Porcentaje de incremento						0,78%	0,78%	0,79%	0,79%	0,80%	0,80%	0,80%	0,81%	0,81%

BALANCE ACTIVO Y PASIVO												
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inmovilizado neto		72000	64800	57600	50400	43200	36000	28800	21600	14400	7200	0
Total Activo		72000	64800	57600	50400	43200	36000	28800	21600	14400	7200	0
Deuda principal		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios del año		0	-13431,28801	-13536,96018	-13643,99289	-13752,39662	-13862,18163	-13973,35794	-14085,93528	-14199,92309	-14315,33053	-14432,16639
Capital		72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000
Total Pasivo		72000	58568,71199	58463,03982	58356,00711	58247,60338	58137,81837	58026,64206	57914,06472	57800,07691	57684,66947	57567,83361

VAN, TIR, retorno de la inversión												
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Capital invertido		72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000
Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN		5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Factor de descuento a esa tasa		1	1,05	1,1025	1,157625	1,21550625	1,276281563	1,340095641	1,407100423	1,477455444	1,551328216	1,628894627
Flujo de caja		-	- 9.180	- 9.308	- 9.439	- 9.571	- 9.705	- 9.841	- 9.978	- 10.117	- 10.258	- 10.400
VA		- 97.797										
VAN de la inversión		- 75.097										
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Esquema de la inversión		-72000	- 9.180	- 9.308	- 9.439	- 9.571	- 9.705	- 9.841	- 9.978	- 10.117	- 10.258	- 10.400
TIR de la inversión		#¡DIV/0!										
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de caja acumulado (A)		-	- 9.180	- 18.488	- 27.927	- 37.498	- 47.203	- 57.044	- 67.022	- 77.139	- 87.397	- 97.797
Capital invertido (B)		72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000
G/P de la instalación (C)		-72000	-81179,61952	-90488,10755	-99927,12327	-109498,3387	-119203,4382	-129044,1186	-139022,0885	-149139,0679	-159396,788	-169796,9909



ANEXO VII. Guía de consulta de motores seleccionados. Por *Energuía.*

Directorio de motores alternativos para cogeneración

1. Introducción

La primera versión de este Directorio se publicó en INGENIERIA QUIMICA, en marzo de 1994, siendo ésta su 4ª edición. En esta puesta al día se incluyen modelos nuevos y versiones mejoradas de los ya existentes. Se detecta en muchos casos un ligero aumento de potencia para la misma máquina y con frecuencia una mejora en la eficiencia, tanto eléctrica como térmica.

Por la complejidad de la información esta lista de datos es sólo indicativa de los motores existentes en el mercado y, para datos completos y garantizados, debe consultarse con los fabricantes o, en su caso, con sus suministradores.

Los valores de rendimientos, y en consecuencia los consumos específicos, no siempre están listados en bases comparables. La potencia de cada unidad se entiende en bornes de generador y en régimen continuo. (MCR ISO 3046).

Para los desarrolladores (*developers*) de grandes plantas de energía la elección del tipo de equipo generador (motor, turbina, caldera) es una decisión clara ya que variables tales como precio del combustible, energía eléctrica, etc. son conocidos; las dificultades se encuentran en la elección del fabricante, la configuración de la planta y el modelo de financiación.

Para las pequeñas plantas, como es la cogeneración, la dificultad

se presenta en la elección del equipo generador (y dentro del mismo su adaptación a las demandas concretas de la industria), es decir, turbina de gas o motor alternativo de combustión interna. Cada uno de ellos tiene su campo de aplicación, y puede considerarse que son dos opciones complementarias, aunque a veces pueden llegar a ser competitivas.

2. Factores a tener en cuenta a la hora de elegir un tipo u otro de tecnología

Estos factores son:

- Tamaño.
- Eficiencia.
- Flexibilidad (cargas parciales).
- Costes de capital.
- Costes de operación y mantenimiento.
- Disponibilidad.
- Factores ambientales.
- Aprovechamiento térmico disponible en la máquina.
- Combustibles disponibles.
- Coste evitado para la industria.
- Espacio disponible.

2.1. Tamaño

Generalmente, la potencia eléctrica a instalar es la primera decisión a considerar. Para plantas mayores de 100 MW no se consideran los motores diesel, aunque hay casos, como la planta de Foshan, China, donde se han instalado 15 unidades 18V 48/60 de MAN. Se puede afirmar que el tamaño máximo donde pueden competir los motores



diesel frente a las turbinas de gas en ciclo combinado, es de 80/100 MWe.

De igual forma, para plantas por debajo de 5 MW las turbinas de gas no tienen muchas posibilidades en aplicaciones de generación, aunque en los inicios de la cogeneración en España prevalecía la opción turbinas frente a la opción motores por su mayor potencia térmica aprovechable.

Las turbinas de gas son demasiado caras e ineficaces por debajo de 1 MW.

La dificultad de la decisión se encuentra entre el rango de 5 - 25 MW. Existen algunos factores donde la preferencia por una u otra tecnología es clara, tales como:

- Espacio. La turbina ocupa un menor área. Por ejemplo, el motor de MAN citado anteriormente pesa 269 t y ocupa cinco veces más que una turbina de su mismo rango.
- Combustible. La ausencia de gas natural en la planta, obliga a ir con motores de fuelóleo o, en su caso, de gasóleo.
- Condiciones de proceso. En un proceso que requiera energía térmica de media o alta presión, se utilizarán turbinas de gas. En casos de vapor saturado a baja presión (<5 bar) se utilizarán motores.

2.2. Eficiencia

Los motores tienen una muy alta eficiencia eléctrica en comparación con las turbinas. Mientras que los primeros pueden alcanzar desde un 35 hasta un 47%, las segundas varían entre el 25% y el 33%, llegando hasta un 40% en el caso de las aeroderivadas.

No obstante, no hay que olvidar que con las turbinas funcionando en ciclo combinado se pueden alcanzar rendimientos de hasta un 58%.

En la figura 1 se muestran las diferencias de rendimientos entre

las distintas tecnologías. Se puede observar que las turbinas de gas son competitivas en ciclo combinado a partir de 50/60 MW.

Las figuras 2, 3 y 4 muestran eficiencias típicas para motores de gas natural, diesel y duales.

2.3. Flexibilidad

Los motores tienen una alta eficiencia a cargas parciales (Fig. 5). Un valor típico para su eficiencia al 50% de la carga nominal es del 87 al 89% del valor de la eficiencia a plena carga. La turbina de gas al 50% de carga, en el mejor de los casos, puede alcanzar el 75% de su rendimiento en carga nominal.

Debido a esto, las turbinas de gas se utilizan cuando su funcionamiento normal es en cargas próximas a su valor de diseño, entre el 80 y el 100%; mientras que los motores alternativos se adaptan mejor a las variaciones de carga.

Los motores soportan mejor que las turbinas de gas los arranques y paradas repetidos. Un valor típico que se considera es que hay un acortamiento de vida en una turbina de gas, de ocho horas por arranque, lo que en una máquina con arranques diarios puede suponer un acortamiento de vida de un 30 a un 40%.

2.4. Combustible

Un parámetro fundamental en la viabilidad económica de una planta de generación es el combustible a utilizar, ya que su precio puede tener un peso específico en el coste de generación en torno al 60%. Atendiendo a este factor los motores se sitúan en clara ventaja frente a las turbinas de gas ya que pueden quemar combustibles menos refinados en la línea de tratamiento del crudo, lo cual tiene una clara influencia en su precio.

Adicionalmente los fabricantes de motores están tendiendo hacia la posibilidad de utilización

de gas natural en motores en ciclo diesel, con la tecnología de combustible piloto diesel, lo cual incrementa la flexibilidad.

2.5. Costes de capital

En la figura 6 se muestra una comparación relativa entre turbinas de gas, motores alternativos de cuatro tiempos y motores de dos tiempos.

La figura 7 muestra costes típicos de motogeneradores. Los costes de los duales son sensiblemente superiores a los de un solo combustible, del 30 al 40%. Los datos indicados pueden variar en función de la demanda y de la situación del mercado, de forma tal que en los últimos años ha habido una disminución en los costes de inversión en plantas con motores alternativos.

2.6. Costes de operación y mantenimiento

Los costes de explotación de una planta con motores son prácticamente el doble que en una con turbinas. De hecho, para las grandes instalaciones de ciclos combinados con turbinas de gas, los costes pueden llegar a ser de hasta un tercio del coste equivalente con motores.

Para plantas de tamaños similares, entre 5 y 25 MW, los costes de operación están en el siguiente orden de valores:

- Turbinas de gas. 0,6 a 1 pta/kWh generado.
- Motores alternativos. 1 a 1,5 pta/kWh generado.

Algunos ejemplos del por qué de estas diferencias son:

- Cada cilindro de una máquina diesel tiene cuatro válvulas, y cada máquina varios cilindros (de 5 a 18). Una planta con cinco motores de 12 cilindros tendrán 60 válvulas, lo cual indica los costes de mantenimiento.

- Consumo de aceite. Los motores

consumen aceite mientras que las turbinas casi no consumen.

Los motores alternativos de dos tiempos tienen costes de mantenimiento inferiores a los de la turbina de gas.

En la figura 8 se muestra una comparativa de los costes de explotación entre las distintas tecnologías, según horas de funcionamiento equivalente a plena carga.

2.7. Disponibilidad

Definiendo disponibilidad como el número de horas/año que la planta está en condiciones de operar, considerando las paradas por mantenimiento programado y no programado, ambas tecnologías tienen valores muy aproximados, aunque algo superior en el caso de las turbinas de gas.

Así, se puede considerar:

- Turbinas de gas: *Heavy Duty*: 90/95%
- Motores alternativos: 90/92%

2.8. Factores ambientales

Comparando máquinas con el mismo combustible, las turbinas de gas producen menores emisiones que los motores, pero en general ambas máquinas cumplen con las normativas más exi-

gentes, en cuanto a NOx/Sox. No se contempla el caso del fuelóleo, pues las turbinas no queman este combustible.

Todos estos factores enumerados hacen que la elección por un tipo de máquina sea clara, pero la opción por la alternativa de motores se hace más patente cuando el desarrollador del proyecto prefiere más potencia eléctrica para una misma demanda de energía térmica. De forma tal que para la misma cantidad de energía térmica se obtiene un 50% más de energía eléctrica en el caso de motores de gas natural y hasta un 100% más en el caso de motores diesel.

Las potencias indicadas en la lista adjunta vienen definidas por la norma ISO 3046/I para las siguientes condiciones:

- Temperatura del aire: 18°C.
- Temperatura del agua de refrigeración: 25°C. La potencia disminuye un 3% por cada 10°C por encima de la temperatura de referencia.
- Altitud, nivel del mar. A partir de 500 metros, la potencia disminuye un 0,8% cada 100 metros.

Los datos presentados en el Directorio han sido recibidos de las compañías que se encuentran a continuación, pudiendo solicitar información a través de nuestro servicio de información.

GAS POWER
(Energer Energy Industry y Services, GmbH).

**THYSSEN INGENIERÍA
Y SISTEMAS*** (Blohm & Voss AG).

E.N. BAZAN*(Licencia MAN)

ULSTEIN BERGEN S.A.

PASCH Y CIA S.A. (MAN B&W)

GUASCOR*

WARTSILA NSD IBERICA

FINANZAUTO (Caterpillar)

ENERGO (Volvo, Man, Cumming)

ICOGEN (Perkins/Deutz, Nigata)

DEUTZ*

Los indicados con un asterisco (*)
han actualizado los datos a Octubre-99

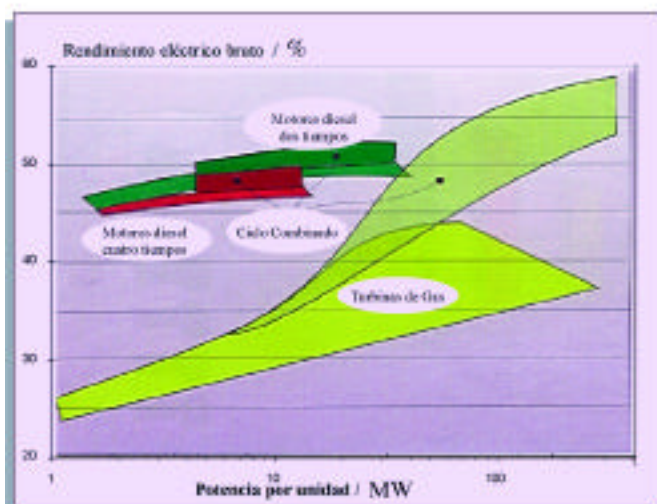


Figura 1. Mapa de eficiencia para motores diesel y turbinas de gas

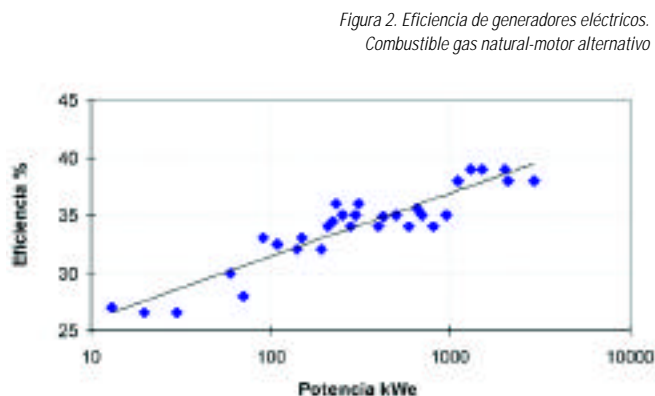


Figura 2. Eficiencia de generadores eléctricos.
Combustible gas natural-motor alternativo

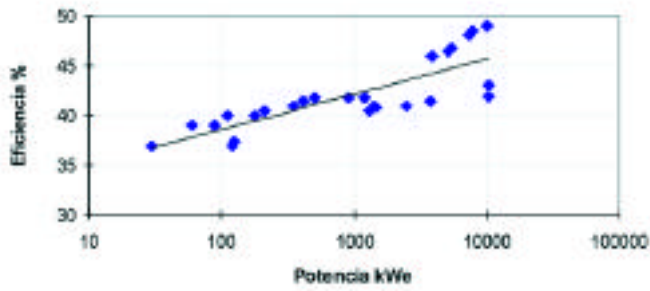


Figura 3. Eficiencia generadores eléctricos. Combustible gasóleo y fuelóleo. Motor alternativo.

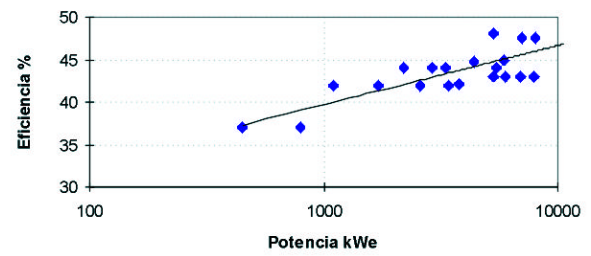


Figura 4. Eficiencia generadores eléctricos. Combustible gas natural y fuelóleo. Motor alternativo dual

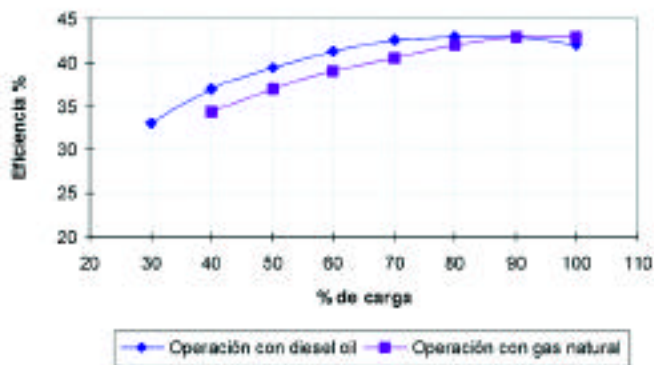


Figura 5. Eficiencia de motores a carga parcial

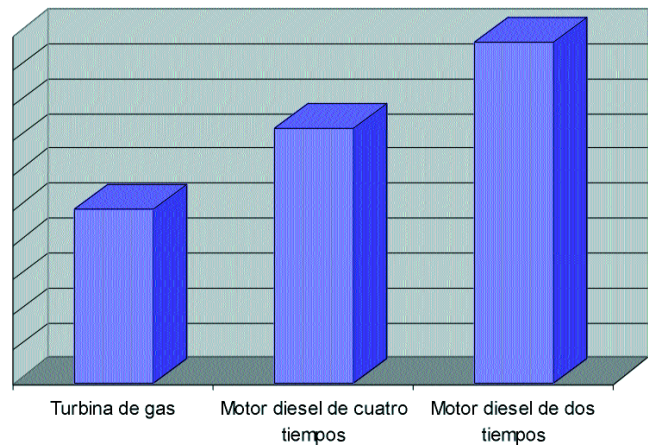


Figura 6. Coste de inversión (asumiendo una planta de 100 MW)

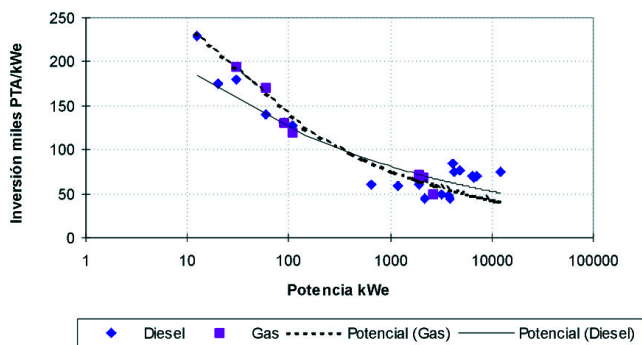


Figura 7. Coste generadores eléctricos. Motores alternativos

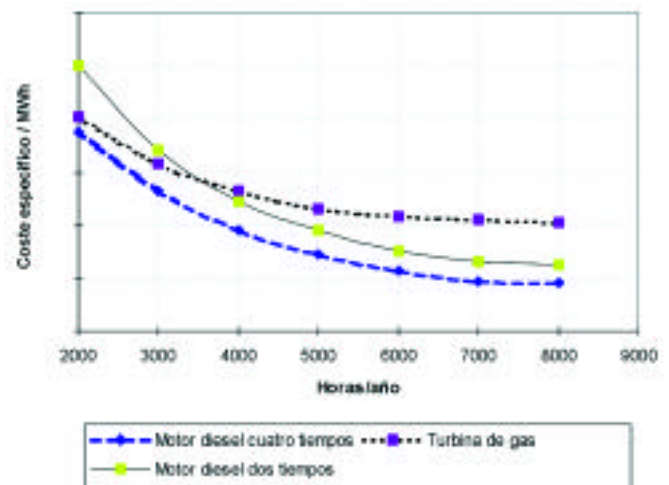


Figura 8. Coste de generación eléctrica (asumiendo una planta de 100 MW)

FABRICANTE	Modelo	Combustible	Potencia kW e	Nº cilindros	Consumo Rev/min	Consumo kJ/kWh	Caudal gases kg/h	Temp. gases °C	Efic. eléctrica %	Efic. térmica %	Alto mm	Ancho mm	Largo mm	Peso t
------------	--------	-------------	---------------	--------------	-----------------	----------------	-------------------	----------------	-------------------	-----------------	---------	----------	----------	--------

MOTORES DUALES

E.N. BAZAN	6L 20-27 DG	DUAL	540	6	1.000	9.200	4.185	390	35,0	39,0	1.900	1.350	3.000	5,90
E.N. BAZAN	7L 20-27 DG	DUAL	630	7	1.000	9.200	4.883	390	35,0	39,0	1.900	1.350	3.250	6,60
E.N. BAZAN	8L 20-27 DG	DUAL	720	8	1.000	9.200	5.580	390	35,0	39,0	1.900	1.350	3.550	7,40
E.N. BAZAN	9L 20-27 DG	DUAL	810	9	1.000	9.200	6.278	390	35,0	39,0	1.900	1.350	3.800	8,00
E.N. BAZAN	12V 20-27 DG	DUAL	1.080	12	1.000	9.200	6.424	390	35,0	39,0	1.900	1.350	3.600	10,60
E.N. BAZAN	14V 20-27 DG	DUAL	1.260	14	1.000	7.410	9.828	390	35,0	39,0	1.900	1.350	3.950	11,80
E.N. BAZAN	16V 20-27 DG	DUAL	1.440	16	1.000	7.410	11.232	390	35,0	39,0	1.900	1.350	4.300	13,10
E.N. BAZAN	18V 20-27 DG	DUAL	1.620	18	1.000	7.410	12.636	390	35,0	39,0	1.900	1.350	4.650	14,40
E.N. BAZAN	5L 32/40 DG	DUAL	2.000	5	750	8.460	17.420	315	40,5	43,5	3.866	2.396	5.095	31,00
WARTSILA NSD	CR26-DF	DUAL	2.400	16	750	9.150	16.308	405	39,3		3.200	2.290	9.400	53,00
E.N. BAZAN	6L 32/40 DG	DUAL	2.400	6	750	8.460	20.904	315	40,5	43,5	3.866	2.471	5.625	35,00
PASCH&CIA	6L 32/40 DG	DUAL	2.400	6	750	8.460		350			4.055	2.740	5.625	39,00
THYSSEN	PC 2	DUAL	2.550	6					41,9	47,2				
E.N. BAZAN	7L 32/40 DG	DUAL	2.800	7	750	8.460	24.388	315	40,5	43,5	3.866	2.471	6.155	40,00
PASCH&CIA	7L 32/40 DG	DUAL	2.800	7	750	8.460		350			4.055	2.740	6.155	44,00
E.N. BAZAN	8L 32/40 DG	DUAL	3.200	8	750	8.460	27.872	315	40,5	43,5	3.866	2.895	6.685	44,00
PASCH&CIA	8L 32/40 DG	DUAL	3.200	8	750	8.460		350			4.325	2.895	6.685	49,00
THYSSEN	PC 2	DUAL	3.410	8					42,0	47,2				
E.N. BAZAN	9L 32/40 DG	DUAL	3.600	9	750	8.460	31.356	315	40,5	43,5	3.866	2.895	7.215	48,00
PASCH&CIA	9L 32/40 DG	DUAL	3.600	9	750	8.460		350			4.325	2.895	7.215	53,00
THYSSEN	PC 2	DUAL	3.842	9					42,1	47,2				
PASCH&CIA	12L 32/40 DG	DUAL	4.800	12	750	8.460		350			4.100	3.140	6.250	66,00
THYSSEN	PC 2-5	DUAL	5.123	12	500				42,7	45,8	3.035	3.500	6.926	67,00
PASCH&CIA	14L 32/40 DG	DUAL	5.600	14	750	8.460		350			4.100	3.140	7.100	72,00
WARTSILA NSD	16V 32-GD	DUAL	5.790	16	750	8.155	44.712	336	44,1		4.370	2.890	10.540	93,00
THYSSEN	PC 2-5	DUAL	5.976	14	500				42,7	45,8	3.035	3.500	7.666	74,00
PASCH&CIA	16L 32/40 DG	DUAL	6.400	16	750	8.460		350			4.230	3.730	7.150	81,00
WARTSILA NSD	18V 32-GD	DUAL	6.510	18	750	8.160	50.292	336	44,1		4.525	2.890	11.370	100,00
THYSSEN	PC 2-5	DUAL	6.825	16	500				42,7	45,8	3.350	3.700	8.356	84,00
PASCH&CIA	18L 32/40 DG	DUAL	7.200	18	750	8.460					4.230	3.730	8.400	89,00
THYSSEN	PC 2-5	DUAL	7.700	18	500				42,7		3.350	3.700	9.276	91,00
WARTSILA NSD	12V 46-GD	DUAL	10.530	12	500	7.572	73.080	315	47,5		5.850	3.740	14.800	210,00
WARTSILA NSD	16V 46-GD	DUAL	14.040	16	500	7.572	86.120	320	47,5		6.400	4.370	18.400	270,00
WARTSILA NSD	18V 46-GD	DUAL	15.800	18	500	7.572	108.000	320	47,5		6.400	4.370	19.500	290,00

NOTAS: 1. Los Motores de E.N. BAZAN son fabricados bajo licencia MAN-B

2. Los Motores de BLOHM&VOSS son representados por THYSSEN INGENIERIA Y SISTEMAS

FABRICANTE	Modelo	Combustible	Potencia kW e	Nº cilindros	Rev/min	Consumo kJ/kWh	Caudal gases kg/h	Temp. gases °C	Efic. eléctrica %	Efic. térmica %	Alto mm	Ancho mm	Largo mm	Peso t
------------	--------	-------------	---------------	--------------	---------	----------------	-------------------	----------------	-------------------	-----------------	---------	----------	----------	--------

MOTORES DE GASOLEO

GASPOWER	GAS POWER	GASOLEO	30	4	1.500	9.474			38,00	53,00	1.100	700	2.240	1,00
GASPOWER	VALMET-60	GASOLEO	60	6	1.500	9.231			39,00	54,00	1.450	900	3.300	2,00
GASPOWER	SCANIA-90	GASOLEO	90	6	1.500	9.231			39,00	55,00	1.650	1.100	3.600	2,00
GASPOWER	IVECO-120	GASOLEO	120	8	1.500	9.730			37,00	56,00	1.650	1.100	3.600	3,00
PASCH&CIA	D2848 LE202	GASOLEO	233	6	1.500	8.514	13.000	495	39,40	43,10	1.564	1.085	1.702	1,10
GUASCOR	F 180 TB-LG	GASOLEO	248	6	1.500						2.039	1.271	3.481	4,33
GUASCOR	F 180 TA-LG	GASOLEO	279	6	1.500						19.221	1.271	3.481	4,34
PASCH&CIA	D2848 LE202	GASOLEO	304	8	1.500	8.686	1.725	495	39,80	43,30	1.630	1.390	1.955	1,60
GUASCOR	F 180 TAB-LG	GASOLEO	306	6	1.500						1.832	1.288	3.842	4,50
GUASCOR	SF 180 TA-LG	GASOLEO	346	6	1.500						1.924	1.271	3.731	4,38
GUASCOR	E 316 T2-LG	GASOLEO	352	12	1.500									
DEUTZ	TBD 616 V8	GASOLEO	356	8	1.500	8.889	2.058	475	40,50	39,31	1.300	1.200	1.720	1,72
PASCH&CIA	D2840 LE202	GASOLEO	359	10	1.500	8.815	1.825	500	39,80	43,70	1.825	1.660	2.125	1,80
GUASCOR	F 240 TA-LG	GASOLEO	369	8	1.500						1.924	1.288	4.372	5,34
ENERGO	TAD 1630G	GASOLEO	370	6	1.500		2.301	490			1.537	1.089	2.203	1,50
GUASCOR	E 316 TA-LG	GASOLEO	386	12	1.500			350						
GUASCOR	F 240 TAB-LG	GASOLEO	395	8	1.500						1.831	1.288	4.372	5,34
ENERGO	D2840 LE201	GASOLEO	400	10	1.500		2.380	590			1.290	1.380	1.672	2,00
PASCH&CIA	D2848 LE202	GASOLEO	425	12	1.500	8.514	2.090	465	40,30	43,80	1.876	1.660	2.340	1,90
GUASCOR	SF 240 TA-LG	GASOLEO	464	6	1.500						1.831	1.271	3.731	4,38
ICOGEN	D470 D6L	GASOLEO	470	6	1.500	8.940	3.100	486	40,20		2.500	1.288	4.622	5,37
GUASCOR	E 316 TA2-LG	GASOLEO	477	12	1.500									
ENERGO	D2842 LE201	GASOLEO	532	12	1.500		2.700	530			1.290	1.010	1.880	2,20
DEUTZ	TBD 616 V12	GASOLEO	543	12	1.500	8.698	3.076	475	41,40	39,21	1.300	1.200	2.100	2,10
ICOGEN	D540 D6L	GASOLEO	540	6	1.500	9.055	3.225	486	39,60		2.500	1.800	4.300	6,00
GUASCOR	F 360 TA-LG	GASOLEO	566	12	1.500						2.446	1.766	5.006	7,45
E.N. BAZAN	6L 20-27	GASOLEO	600	6	1.000	8.287	4.620	375	41,00	43,20	1.900	1.350	3.000	6,30
ENERGO	KTA 38-G2	GASOLEO	622	12	1.500		3.638	541			1.654	1.321	1.654	3,70
WARTSILA NSD	4L20	GASOLEO	627	4	1.000	8.720			41,30		2.488	1.320	4.322	14,00
ICOGEN	D650 D8V	GASOLEO	650	8	1.500	9.140	4.155	486	39,50		2.550	2.000	4.800	7,00
GUASCOR	SF 360 TA-LG	GASOLEO	696	6	1.500						2.446	1.766	5.256	7,47
E.N. BAZAN	7L 20-27	GASOLEO	700	7	1.000	8.287	5.390	375	41,00	43,20	1.900	1.350	3.250	7,00
FINANZAUTO	3508B	GASOLEO	725	8	1.500	8.535		420			2.235	1.460	4.590	9,10
DEUTZ	TBD 616 V16	GASOLEO	732	16	1.500	8.916	4.226	530	40,38	40,28	1.350	1.280	2.550	2,60
ICOGEN	780D 12V	GASOLEO	780	12	1.500	9.020	5.185	465	39,80		2.600	1.800	5.200	9,00
GUASCOR	F 480 TA-LG	GASOLEO	783	12	1.500						2.437	1.777	5.640	10,29
E.N. BAZAN	8L 20-27	GASOLEO	800	8	1.000	8.287	6.160	375	41,00	43,20	1.900	1.350	3.550	7,80

FABRICANTE	Modelo	Combustible	Potencia kW e	Nº cilindros	Consumo Rev/min	Consumo kJ/kWh	Caudal gases kg/h	Temp. gases °C	Efic. eléctrica %	Efic. térmica %	Alto mm	Ancho mm	Largo mm	Peso t
ENERGO	KTA50-G1	GASOLEO	820	16	1.500		4.623	524			1.651	1.298	2.764	4,90
DEUTZ	TBD 620 V8	GASOLEO	840	8	1.500	8.366	5.245	490	43,04	36,76	1.950	1.390	2.055	3,00
E.N. BAZAN	9L 20-27	GASOLEO	900	9	1.000	8.287	6.930	375	41,00	43,20	1.900	1.350	3.800	8,40
GUASCOR	SF 480 TA-LG	GASOLEO	928	16	1.500						2.526	1.840	5.890	10,29
WARTSILA NSD	6L20	GASOLEO	940	6	1.000	8.598	7.560	320	41,90		2.632	1.630	4.940	16,00
ICOGEN	D970 D12V	GASOLEO	970	12	1.500	8.950	6.140	450	40,10		2.600	1.900	5.200	11,00
FINANZAUTO	3512B	GASOLEO	1.056	12	1.500		9.481	410			2.360	1.625	5.355	15,50
ICOGEN	12SET CR2	GASOLEO	1.066	12	1.500	9.051	7.092	460	39,80	41,60	2.600	1.900	5.200	9,00
ENERGO	KTTA50-G2	GASOLEO	1.091	16	1.500		4.518	504			1.779	1.478	2.833	4,90
E.N. BAZAN	12V 20/27	GASOLEO	1.200	12	1.000	8.330	9.360	385	41,00	43,00	1.900	1.350	3.600	11,50
ICOGEN	D1250 D16V	GASOLEO	1.250	16	1.500	9.035	7.920	450	39,90		2.800	2.000	6.500	15,00
DEUTZ	TBD 620 V12	GASOLEO	1.271	12	1.500	8.293	8.210	420	43,41	32,30	2.075	1.390	2.600	4,10
DEUTZ	BV 6M-628	GASOLEO	1.311	6	1.000	8.661	9.788	355	41,56	40,60	2.664	1.370	3.537	9,50
FINANZAUTO	3516B	GASOLEO	1.400	16	1.500	8.972		418			2.459	2.092	5.685	15,00
E.N. BAZAN	14V 20/27	GASOLEO	1.400	14	1.000	8.330	10.920	385	41,00	43,00	1.900	1.350	3.930	12,70
ICOGEN	D1500 D16V	GASOLEO	1.500	16	1.500	9.055	9.500	436		39,80	2.800	2.000	6.500	15,00
E.N. BAZAN	16V 20/27	GASOLEO	1.600	16	1.000	8.330	12.480	385	41,00	43,00	1.900	1.350	4.300	14,00
ICOGEN	D1700 D16V	GASOLEO	1.700	16	1.500	8.725	10.500	475	41,30		2.200	2.000	5.000	16,00
DEUTZ	TBD 620 V16	GASOLEO	1.702	16	1.500	8.302	10.490	490	43,37	37,38	2.075	1.390	3.150	5,50
DEUTZ	BV 8M-628	GASOLEO	1.750	8	1.000	8.609	12.744	365	41,82	40,72	2.791	1.370	4.233	11,50
E.N. BAZAN	18V 20/27	GASOLEO	1.800	18	1.000	8.330	14.040	385	41,00	43,00	1.900	1.350	4.650	15,30
DEUTZ	BV 9M-628	GASOLEO	1.970	9	1.000	8.603	14.479	365	41,85	40,99	2.791	1.370	4.543	13,40
WARTSILA NSD	12V200	GASOLEO	2.300	12	1.500	9.078	17.460	360	39,70		2.400	1.670	6.600	24,00
E.N. BAZAN	5L 32/40	GASOLEO	2.400	5	750	7.899	20.904	350	44,00	46,00	3.866	2.396	5.095	31,00
DEUTZ	TBD 645 L6	GASOLEO	2.471	6	600	7.860	19.508	315	45,82	38,87	3.570	2.210	5.660	26,50
DEUTZ	BV 12M-628	GASOLEO	2.633	12	1.000	8.539	19.116	355	42,16	40,13	2.681	1.941	4.343	16,30
E.N. BAZAN	6L 32/40	GASOLEO	2.880	6	750	7.899	25.085	350	44,00	46,00	4.056	2.471	5.626	38,00
DEUTZ	TBD 645 L8	GASOLEO	3.295	8	600	7.856	26.010	315	45,82	38,89	3.570	2.210	6.640	34,00
E.N. BAZAN	7L 32/40	GASOLEO	3.360	7	750	7.899	29.266	350	44,00	46,00	4.056	2.471	6.155	40,00
WARTSILA NSD	18V200	GASOLEO	3.500	18	1.500	9.129	26.695	360	39,40		2.750	1.840	7.900	32,00
DEUTZ	BV 16M-628	GASOLEO	3.503	16	1.000	8.513	25.272	365	42,29	40,83	2.809	1.980	5.126	21,20
DEUTZ	TBD 645 L9	GASOLEO	3.714	9	600	7.841	29.261	315	45,91	38,87	3.570	2.210	7.130	37,60
E.N. BAZAN	8L 32/40	GASOLEO	3.840	8	750	7.899	33.446	350	44,00	46,00	4.326	2.895	6.685	44,00
E.N. BAZAN	9L 32/40	GASOLEO	4.320	9	750	7.899	37.627	350	44,00	46,00	4.326	2.895	7.215	48,00
DEUTZ	BV 12M-640	GASOLEO	4.812	12	600	4.110	37.470	340	44,39	32,98	3.844	3.524	6.640	48,00
E.N. BAZAN	12V 32/40	GASOLEO	5.760	12	750	7.856	50.170	350	44,00	46,00	4.098	3.117	6.439	56,00
DEUTZ	BV 16M-640	GASOLEO	6.438	16	600	7.999	49.972	350	45,01	34,54	3.844	3.524	7.983	60,00
E.N. BAZAN	14V 32/40	GASOLEO	6.730	14	750	7.856	58.531	350	44,00	46,00	4.098	3.137	7.069	64,00
E.N. BAZAN	16V 32/40	GASOLEO	7.680	16	750	7.856	66.893	350	44,00	46,00	4.229	3.728	7.923	71,00
E.N. BAZAN	18V 32/40	GASOLEO	8.460	18	750	7.856	73.667	350	44,00	46,00	4.229	3.728	8.553	79,00

NOTAS: 1. Los Motores de E.N. BAZAN son fabricados bajo licencia MAN-B 2. Los Motores de PASCH&CIA son suministrados bajo licencia MAN-B

FABRICANTE	Modelo	Combustible	Potencia kW e	Nº cilindros	Rev/min	Consumo kJ/kWh	Caudal gases kg/h	Temp. gases °C	Efic. eléctrica %	Efic. térmica %	Alto mm	Ancho mm	Largo mm	Peso t
------------	--------	-------------	---------------	--------------	---------	----------------	-------------------	----------------	-------------------	-----------------	---------	----------	----------	--------

MOTORES DE FUELOLEO

PASCH&CIA	5L 28/32	FUELOLEO	1.045	5	750	8.241	9.160	305	41,50		3.185	1.600	6.540	18,2
WARTSILA NSD	8L20	FUELOLEO	1.250	8	1.000	8.654	10.080	320	41,60		2.880	1.730	6.160	23,00
PASCH&CIA	6L 28/32	FUELOLEO	1.255	6	750	8.241	11.000	305	41,50		3.185	1.600	7.130	20,8
WARTSILA NSD	9L20	FUELOLEO	1.410	9	1.000	8.630	11.520	320	41,70		2.880	1.730	6.460	25,0
PASCH&CIA	7L 28/32	FUELOLEO	1.465	7	750	8.241	12.820	305	41,60		3.375	1.800	7.780	22,60
DEUTZ	BV 6M-628	FUELOLEO	1.555	8	1.500	8.524	11.888	360	42,24	43,2	2.791	1.370	4.233	11,5
WARTSILA NSD	6L26	FUELOLEO	1.640	6	1.000	8.504	14.040	310	42,30		3.070	1.720	8.015	34,0
PASCH&CIA	8L 28/32	FUELOLEO	1.670	8	750	8.241	14.660	305	41,50		3.375	1.800	8.350	24,70
PASCH&CIA	9L 28/32	FUELOLEO	1.880	9	750	8.241	16.490	305	41,50		3.536	1.800	8.750	27,8
WARTSILA NSD	6L32	FUELOLEO	2.140	6	750	8.275	17.280	322	43,50		3.776	2.170	7.660	42,0
PASCH&CIA	5L 32/40	FUELOLEO	2.304	8	750	7.942	18.400	320	43,50		4.056	2.740	5.095	33,00
DEUTZ	BV 12M-628	FUELOLEO	2.338	12	1.000	8.460	17.760	360	42,55	43,5	2.681	1.941	4.343	16,3
WARTSILA NSD	9L26	FUELOLEO	2.460	9	1.000	8.504	21.420	310	42,30		3.135	1.830	9.295	42,0
DEUTZ	TBD 645 L6	FUELOLEO	2.471	6	600	7.857	19.508	315	45,82	38,87	3.570	2.210	5.660	26,50
PASCH&CIA	12V 28/32	FUELOLEO	2.510	12	750	8.241	22.000	305	41,70		3.485	1.900	8.400	38,1
PASCH&CIA	6L 32/40	FUELOLEO	2.765	6	750	7.942	22.000	320	43,50		4.056	2.740	5.625	38,0
WARTSILA NSD	8L32	FUELOLEO	2.860	8	750	8.255	23.148	322	43,60		4.037	2.430	9.200	62,00
DEUTZ	BV 16M-628	FUELOLEO	3.110	16	1.000	8.479	23.552	360	42,45	42,9	2.809	1.980	5.126	21,2
WARTSILA NSD	9L32	FUELOLEO	3.220	9	750	8.249	25.920	322	43,60		4.069	2.430	9.900	68,0
PASCH&CIA	7L 32/40	FUELOLEO	3.226	7	750	7.942	25.700	320	43,50		4.056	5.740	6.156	43,00
DEUTZ	TBD 645 L8	FUELOLEO	3.295	8	600	7.856	26.010	315	45,82	38,9	3.570	2.210	6.640	34,0
PASCH&CIA	16V 28/32	FUELOLEO	3.345	16	750	8.198	29.300	305	41,70		3.655	2.400	9.780	45,7
WARTSILA NSD	6L38	FUELOLEO	3.470	6	600	8.107	27.720	330	44,40		3.980	2.110	9.560	69,00
E.N. BAZAN	6L 40/45	FUELOLEO	3.630	6	600	7.820	28.677	345	44,00	47,0	4.500	2.550	6.850	58,0
PASCH&CIA	8L 32/40	FUELOLEO	3.686	8	750	7.942	29.400	320	43,50		4.325	2.895	6.685	47,0
DEUTZ	TBD 645 L9	FUELOLEO	3.714	9	600	7.841	29.261	315	45,91	38,87	3.570	2.210	7.130	37,60
PASCH&CIA	18V 28/32	FUELOLEO	3.760	18	750	9.198	33.000	305	41,70		3.805	2.400	10.435	47,1
SOLJET	R&R 508	FUELOLEO	4.000	8	750	7.780	27.000	360	46,24		3.250	1.650	6.100	51,0
PASCH&CIA	9L 32/40	FUELOLEO	4.147	9	750	7.942	33.000	320	43,50		4.325	2.895	7.215	52,0
WARTSILA NSD	6L ZA40S	FUELOLEO	4.190	6	500	7.940			45,30					
WARTSILA NSD	6L ZA40S	FUELOLEO	4.190	6	500	7.940			45,30					
E.N. BAZAN	7L 40/45	FUELOLEO	4.235	7	600	7.820	33.457	345	44,00	47,0	4.550	2.550	7.750	66,0
WARTSILA NSD	12V 32	FUELOLEO	4.340	12	750	7.786	33.516	336	46,20		4.500	2.890	9.230	76,00
DEUTZ	BV 12M-640	FUELOLEO	4.812	12	600	8.197	37.480	340	43,92	33,6	3.844	3.524	6.640	48,0
E.N. BAZAN	8L 40/45	FUELOLEO	4.840	8	600	7.820	38.236	345	44,00	47,0	4.550	2.550	8.400	73,0
WARTSILA NSD	18V26	FUELOLEO	4.920	18	1.000	8.459	42.120	310	42,60		3.580	2.645	10.045	65,00
WARTSILA NSD	9L38	FUELOLEO	5.210	9	600	8.099	41.400	330	44,50		4.330	2.400	12.135	100,0

FABRICANTE	Modelo	Combustible	Potencia kW e	Nº cilindros	Rev/min	Consumo kJ/kWh	Caudal gases kg/h	Temp. gases °C	Efic. eléctrica %	Efic. térmica %	Alto mm	Ancho mm	Largo mm	Peso t
WARTSILA NSD	6L 46	FUELOLEO	5.260	6	500	7.572	36.360	315	47,50		5.580	3.004	13.500	175,0
E.N. BAZAN	9L 40/45	FUELOLEO	5.445	9	600	7.820	43.016	345	44,00	47,00	4.550	2.550	9.100	80,00
PASCH&CIA	12V 32/40	FUELOLEO	5.530	12	750	7.899	44.100	320	43,70		4.100	3.140	6.250	63,0
WARTSILA NSD	8L ZA40S	FUELOLEO	5.590	8	500	7.940			45,30					
WARTSILA NSD	16V32	FUELOLEO	5.790	16	750	8.155	44.712	336	44,10		4.370	2.890	10.540	93,00
SOLJET	R&R 5012	FUELOLEO	6.000	6	750	7.780	39.600	360	46,24		3.750	3.000	6.850	57,0
PASCH&CIA	6I 48/60	FUELOLEO	6.048	6	500	7.729	45.990	345	44,70		5.010	3.130	8.340	106,0
WARTSILA NSD	9L ZA40S	FUELOLEO	6.280	9	500	7.940			45,30					
DEUTZ	BV 16M-640	FUELOLEO	6.438	16	600	8.086	49.985	350	44,52	34,81	3.844	3.524	7.983	60,00
PASCH&CIA	14V 32/40	FUELOLEO	6.451	14	750	7.899	51.400	320	43,70		4.100	3.140	7.100	70,0
WARTSILA NSD	18V32	FUELOLEO	6.510	18	750	8.160	50.292	336	44,10		4.525	2.890	11.370	100,0
PASCH&CIA	16V 32/40	FUELOLEO	6.758	16	750	7.899	58.800	320	43,70		4.230	3.730	7.750	79,0
WARTSILA NSD	12V 38	FUELOLEO	6.950	12	600	8.051	54.000	540	44,70		4.750	3.158	11.590	125,0
WARTSILA NSD	8I46	FUELOLEO	7.020	8	500	7.571	54.000	320	47,50		5.710	3.530	15.600	215,0
PASCH&CIA	7I 48/60	FUELOLEO	7.056	7	500	7.729	53.655	345	44,70		5.010	3.390	9.370	121,0
E.N. BAZAN	12V 40/45	FUELOLEO	7.260	12	600	7.862	57.354	345	43,50	45,5	4.600	3.050	7.650	90,0
PASCH&CIA	I58	FUELOLEO	7.565	6	428				31,00		5.150	700		
WARTSILA NSD	9I46	FUELOLEO	7.900	9	500	7.571	54.000	320	47,50		5.710	3.530	16.700	240,0
SOLJET	R&R 5016	FUELOLEO	8.000	8	750	7.780	54.000	360	46,24		3.800	3.020	8.400	63,0
PASCH&CIA	8L 48/60	FUELOLEO	8.064	6	500	7.729	61.230	345	44,70		5.010	3.270	10.090	135,0
PASCH&CIA	18V 32/40	FUELOLEO	8.294	18	750	7.899	66.100	320	43,70		4.230	3.730	8.400	87,0
WARTSILA NSD	12V ZA40S	FUELOLEO	8.380	12	500	7.860			45,80					
E.N. BAZAN	14V 40/45	FUELOLEO	8.470	14	600	7.862	66.913	345	43,50	45,5	4.650	3.050	8.450	104,0
PASCH&CIA	9L 48/60	FUELOLEO	9.072	9	500	7.729	69.985	345	44,70		5.010	3.270	10.090	148,0
E.N. BAZAN	16V 40/45	FUELOLEO	9.680	16	600	7.862	76.472	345	43,50	45,5	4.650	3.100	9.200	115,0
WARTSILA NSD	14V ZA40S	FUELOLEO	9.780	14	500	7.860								
WARTSILA NSD	18V38	FUELOLEO	10.420	18	600	8.055	81.360	324	44,70		4.690	4.760	13.800	168,0
E.N. BAZAN	18V 40/45	FUELOLEO	10.890	18	600	7.862	86.031	345	43,50	45,5	4.650	3.100	10.000	127,0
WARTSILA NSD	16V ZA40S	FUELOLEO	11.170	16	500	7.860			45,80					
PASCH&CIA	12V 48/60	FUELOLEO	12.096	12	500	7.686	91.980	340	45,00		4.910	5.250	9.550	191,0
PASCH&CIA	L64	FUELOLEO	12.135	18	400				46,20		5.150	3.550	13.100	211,0
WARTSILA NSD	18V ZA40S	FUELOLEO	12.570	18	500	7.860			45,80		6.200	4.500	12.280	146,0
WARTSILA NSD	16V46	FUELOLEO	14.040	16	500	7.572	96.120	330	47,50		6.400	4.370	18.400	270,0
PASCH&CIA	14V 48/60	FUELOLEO	14.112	14	500	7.686	107.310	340	45,00		4.950	5.520	10.870	218,0
WARTSILA NSD	18V46	FUELOLEO	15.800	18	500	7.572	108.000	320	47,50		6.400	4.370	19.500	290,0
PASCH&CIA	16V 48/60	FUELOLEO	16.128	16	500	7.686	122.640	340	45,00		4.950	5.520	11.870	241,0
PASCH&CIA	18V 48/60	FUELOLEO	18.144	18	500	7.686	137.970	340	45,00		4.950	5.520	12.870	269,0

NOTAS: 1. Los Motores de E.N. BAZAN son fabricados bajo licencia MAN-B
2. SOLJET es representante de ROLLS&ROYCE

FABRICANTE	Modelo	Combustible	Potencia kW e	Nº cilindros	Consumo Rev/min	Consumo kJ/kWh	Caudal gases kg/h	Temp. gases °C	Efic. eléctrica %	Efic. térmica %	Alto mm	Ancho mm	Largo mm	Peso t
------------	--------	-------------	---------------	--------------	-----------------	----------------	-------------------	----------------	-------------------	-----------------	---------	----------	----------	--------

MOTORES DE GAS NATURAL

GASPOWER	CONTINENTAL	GAS NATURAL	12	3	1.500	12.708			28,0	57,0	1.040	700	2.140	1,00
GASPOWER	CONTINENTAL	GAS NATURAL	20	4	1.500	13.572			27,0	65,0	1.040	700	2.140	1,00
GASPOWER	VALMET	GAS NATURAL	30	4	1.500	13.392			30,0	65,0	1.100	700	2.240	1,00
ENERCO	IFG41	GAS NATURAL	34	4	1.500	10.900	198	600	29,3	67,4	1.226	730	1.925	1,87
ENERCO	IFG60	GAS NATURAL	50	6	1.500	11.000	300	605	28,4	67,4	1.395	730	2.230	1,15
GASPOWER	VALMET	GAS NATURAL	60	6	1.500	12.060			30,0	65,0	1.450	900	3.300	2,00
PASCH&CIA	K2866NM	BIOGAS	72	6	1.500	12.412			29,0	54,8				
PASCH&CIA	E2866NM	GAS NATURAL	72	6	1.500	12.410			29,0	54,8				
ICOGEN	D90G6L	GAS NATURAL	90	6	1.500	11.000	497	510	32,4		1.945	1.200	2.900	3,50
GASPOWER	SCANIA	GAS NATURAL	90	6	1.500	10.872			33,0	59,0	1.650	110	3.600	2,00
PASH&CIA	P2866DN	PROPANO	97	6	1.500	12.155			29,6	57,3				
ENERCO	IFG120	GAS NATURAL	100	6	1.500	12.410	625	510	32,2	71,1	1.664	1.150	2.380	2,83
PASCH&CIA	E2866DN	GAS NATURAL	112	6	1.500	11.043			32,6	54,7				
GASPOWER	IVECO	GAS NATURAL	120	8	1.500	11.988			30,0	58,0	1.650	1.100	3.600	3,00
PASH&CIA	K2842NM	BIOGAS	137	12	1.500	11.644			30,9	57,1				
PASCH&CIA	E2842NM	GAS NATURAL	140	12	1.500	11.006			32,7	55,1				
GUASCOR	FG180	GAS NATURAL	144	6	1.500				32,9		1.998	1.247	2.766	3,72
ICOGEN	D165G12V	GAS NATURAL	165	12	1.500	10.800	929	509	33,3		1.940	1.500	3.565	4,80
ENERCO	IFG165	GAS NATURAL	170	6	1.500	10.400	1070	435	40,5	65,2	1.892	1.150	2.397	3,08
PASCH&CIA	P2842DN	PROPANO	185	12	1.500	11.149			32,3	58,4				
GUASCOR	FG 240	GAS NATURAL	193	8	1.500				32,8		2.056	1.235	3.408	4,63
ENERCO	IFG240	GAS NATURAL	210	8	1.500	10.200	1117	405	33,2	64,5	1.805	1.150	2.512	2,40
PASH&CIA	E2842DNH	GAS NATURAL	211	12	1.500	11.038			32,6	54,7				
PASCH&CIA	E2842DN	GAS NATURAL	215	12	1.500	10.165			35,4	55,8				
GUASCOR	FGLD 180/80	GAS NATURAL	250	6	1.500				35,8		2.210	1.226	2.774	3,86
GUASCOR	FGLD 180/55	GAS NATURAL	264	6	1.500				35,5		2.210	1.226	2.774	3,86
PASCH&CIA	P2842LN	PROPANO	261	12	1.500	10.560			34,1	55,5				
DEUTZ	TBG 616V8	GAS NATURAL	269	8	1.500	10.131	1647	390	35,5	51,3	1.560	1.150	1.650	1,85
PASCH&CIA	K2842LN	BIOGAS	294	12	1.500	10.682			33,7	56,2				
GUASCOR	SFGLD 180	GAS NATURAL	301	6	1.500				34,8		2.210	1.226	3.024	3,88
PASCH&CIA	E2842LNH	GAS NATURAL	302	12	1.500	10.258			35,1	54,1				
PASCH&CIA	K2842LN	BIOGAS	302	12	1.500	10.646			33,8	50,3				
ICOGEN	D300G6L	GAS NATURAL	310	6	1.500	10.160	1980	440	35,5		2.200	1.600	4.000	6,30
PASH&CIA	E2842LNH	GAS NATURAL	325	12	1.500	10.171			35,4	47,8				
ENERCO	IFG240	GAS NATURAL	325	12	1.500	9.800	1614	390	34,7	63,4	2.070	1.340	3.695	4,33
GUASCOR	FGLD 240/80	GAS NATURAL	334	8	1.500				35,3		2.268	1.235	3.408	4,77
DEUTZ	TBG 616V8K	GAS NATURAL	337	8	1.500	9.764	1955	380	36,9	48,8	1.560	1.150	1.650	1,85

FABRICANTE	Modelo	Combustible	Potencia kW e	Nº cilindros	Rev/min	Consumo kJ/kWh	Caudal gases kg/h	Temp. gases °C	Efic. eléctrica %	Efic. térmica %	Alto mm	Ancho mm	Largo mm	Peso t
GUASCOR	FGLD 240/55	GAS NATURAL	348	8	1.500				35,0		2.268	1.235	3.408	4,77
DEUTZ	TBG 616V12	GAS NATURAL	404	12	1.500	9.838	2.417	425	36,6	49,5	1.590	1.150	1.350	2,20
GUASCOR	SFGLD 240	GAS NATURAL	405	8	1.500				35,3		2.268	1.235	3.658	4,79
PASCH&CIA	E6038LE	GAS NATURAL	412	8	1.500	9.998			36,0	51,5				
ICOGEN	D400G8L	GAS NATURAL	414	8	1.500	10.174	2.646	452	35,4	51,5	2.200	1.600	4.500	6,50
GUASCOR	FGLD 360/80	GAS NATURAL	503	12	1.500				36,2		2.432	1.689	3.580	6,50
DEUTZ	TBG 616V12K	GAS NATURAL	508	12	1.500	9.539	2.845	425	37,8	47,3	1.590	1.150	2.350	2,20
FINANZAUTO	3508	GAS NATURAL	508	12	1.500	10.270	3.076	419	33,3	47,5				
GUASCOR	FGLD 360/55	GAS NATURAL	532	12	1.500				36,1		2.432	1.689	3.580	6,50
PASCH&CIA	K6042LE	BIOGAS	540	12	1.500	10.556			34,1					
DEUTZ	TBG 616V16	GAS NATURAL	542	16	1.500	9.910	3.211	436	36,3	50,4	1.560	1.150	2.650	2,85
PASCH&CIA	E6042LE	GAS NATURAL	606	12	1.500	9.998			36,0	51,5				
GUASCOR	SFGLD 3640	GAS NATURAL	609	12	1.500				35,3		2.432	1.689	3.830	6,53
ICOGEN	D600G12V	GAS NATURAL	610	12	1.500	9.935	4.284	405	36,2		2.450	2.050	4.500	8,00
GUASCOR	FG/D 480/80	GAS NATURAL	667	16	1.500				35,3		2.557	1.690	4.146	6,40
DEUTZ	TBG 616V16K	GAS NATURAL	678	16	1.500	9.531	3.839	425	37,8	47,3	1.670	1.150	2.650	2,85
GUASCOR	FGLD 480/55	GAS NATURAL	701	16	1.500				35,4		2.557	1.690	4.146	6,40
PASH&CIA	K6046LE	BIOGAS	720	24	1.500	10.521			34,2	53,6				
DEUTZ	TBG 620V12	GAS NATURAL	765	12	1.500	10.052	4.721	416	35,8	53,1	2.033	1.390	3.055	4,90
FINANZAUTO	3512	GAS NATURAL	768		1.500	10.300	4.593	413	33,4	4,75				
GUASCOR	SFGLD 480	GAS NATURAL	810	16	1.500				35,4		2.557	1.690	4.396	6,42
ICOGEN	D800G16V	GAS NATURAL	815	16	1.500	10.190	5.184	413	35,3		2.450	2.050	5.500	9,90
PASH&CIA	E6046LE	GAS NATURAL	812	16	1.500	9.995			36,2	51,5				
GUASCOR	SFGLD 560	GAS NATURAL	952	16	1.500				35,4		2.560	1.693	4.669	9,78
ULSTEIN	KR6S-6G	GAS NATURAL	1.000	6	1.500	8.730			39,5	55,0	3.139	2.107	6.426	22,00
ICOGEN	D100G12V	GAS NATURAL	1.018	12	1.500	9.000	5.500	542	40,0		2.100	1.700	5.100	8,00
DEUTZ	TBG 620V12K	GAS NATURAL	1.019	12	1.500	8.991	5.500	542	40,0	45,6	2.033	1.390	3.555	4,90
FINANZAUTO	3516	GAS NATURAL	1.036		1.500	10.370			33,6	48,1				
DEUTZ	TBG 620V16K	GAS NATURAL	1.067	16	1.500	9.980	6.357	400	36,1	53,0	2.033	1.390	3.055	5,85
ULSTEIN	KRGS-8G	GAS NATURAL	1.333	8	1.500	8.730			39,5	55,0	3.286	2.155	7.404	26,00
ICOGEN	D1400G16V	GAS NATURAL	1.350	16	1.500	8.995	7.333	542	40,0		2.200	1.750	5.700	12,40
DEUTZ	TBG 620V16K	GAS NATURAL	1.358	16	1.500	8.995	7.333	542	40,0	45,9	2.033	1.390	3.555	5,85
ULSTEIN	KRGS-9G	GAS NATURAL	1.500	9	1.500	8.730			39,5	55,0	3.286	2.155	7.719	29,00
ULSTEIN	KVGS-12G	GAS NATURAL	2.020	12	1.500	8.730			39,5	55,0	3.291	3.020	7.612	37,00
WARTSILA NSD	12V220SG	GAS NATURAL	2.100	12	1.500	8.906	14.760	390	40,4		2.400	1.670	6.600	24,00
WARTSILA NSD	12V25SG	GAS NATURAL	2.230	12	1.500	8.556	15.120	408	42,1		3.370	2.000	7.800	33,00
PASCH&CIA	5L 28/32 DI	GAS NATURAL	2.431	5	1.500	8.751	6.622	356	39,9		5.010	3.130	8.340	106,00
DEUTZ	TBG 632V12	GAS NATURAL	2.650	12	1.500	8.811			40,9	50,6				
ULSTEIN	KVGS-16G	GAS NATURAL	2.695	16	1.500	8.730			39,5	55,0	3.386	3.020	8.562	46,00
PASCH&CIA	6L 28/32 SI	GAS NATURAL	2.917	6	1.500	8.751	7.947	356	39,9		5.010	3.390	9.370	121,00
WARTSILA NSD	16V 25SG	GAS NATURAL	3.000	16	1.500	8.550	20.520	408	42,1		3.370	2.000	8.900	43,00

FABRICANTE	Modelo	Combustible	Potencia kW e	Nº cilindros	Consumo Rev/min	Consumo kJ/kWh	Caudal gases kg/h	Temp. gases °C	Efic. eléctrica %	Efic. térmica %	Alto mm	Ancho mm	Largo mm	Peso t
ULSTEIN	KVGS-18	GAS NATURAL	3.030	18	1.500	8.730			39,5	55,0	3.386	3.020	9.042	49,00
WARTSILA NSD	18V 220SG	GAS NATURAL	3.200	18	1.500	8.906	22.420	390	40,4		2.750	1.840	7.900	32,00
PASCH&CIA	7L 28/32 SI	GAS NATURAL	3.403	7	1.500	8.751	9.271	356	39,9		5.010	3.270	10.090	135,00
DEUTZ	TBG 632V16	GAS NATURAL	3.535	16	1.500	8.807	19.604	525	40,9	50,6	3.630	2.400	8.200	30,00
ICOGEN	D3500G16V	GAS NATURAL	3.535	16	1.500	9.115	2.011	535	39,5		3.500	2.400	9.200	45,00
PASH&CIA	8L 28/32 SI	GAS NATURAL	3.889	8	1.500	8.751	10.596	356	39,9		5.010	3.270	10.090	148,00
WARTSILA NSD	18V 28SG	GAS NATURAL	4.050	18	1.500	8.498	27.000	389	42,4		3.705	2.645	10.125	63,00
PASCH&CIA	9L 28/32 SI	GAS NATURAL	4.376	9	1.500	8.751	11.920	356	39,9		4.910	5.520	9.550	191,00
WARTSILA NSD	18V 34SG	GAS NATURAL	4.950	18	1.500	8.265	32.040	418	43,6		4.650	2.780	11.500	100,00
PASCH&CIA	12L 28/32 SI	GAS NATURAL	5.819	12	1.500	8.751	16.005	356	40,0		4.950	5.520	10.8.0	218,00
PASCH&CIA	16L 28/32 SI	GAS NATURAL	7.759	16	1.500	8.751	21.332	356	40,0		4.950	5.520	11.870	241,00
PASH&CIA	18L 28/32 SI	GAS NATURAL	8.729	18	1.500	8.751	23.840	356	40,0		4.950	5.520	12.870	269,00

NOTAS: 1.Todos los motores de ENERCO se pueden utilizar con Biogás, y los de la gama inferior (IFG41, 60 y 120) con Propano

ANEXO VIII. Calderas murales de condensación a gas. Por *WOLF*.



Sistemas para el ahorro de energía

Calderas murales de condensación a gas Wolf CGB 68/75 y CGB 100



Sistemas para el ahorro de energía



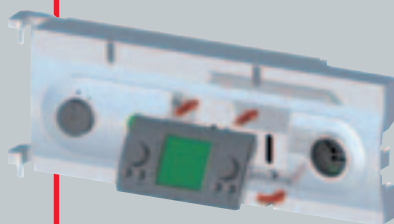
Calderas murales de condensación a gas de sólo calefacción Wolf CGB 68/75 y CGB 100



Ventajas de las calderas CGB 68/75 y CGB 100:

- Alto rendimiento energético: Hasta 110% sobre el PCI.
- Tamaño muy reducido: 1.020 x 565 x 548 mm.
- Idónea para renovación de salas de calderas, villas, azoteas, etc. debido a su reducido tamaño.
- Muy silenciosa.
- Ventilador modulante proporcional aire/gas: mantiene el rendimiento de combustión estable, desde el 20% al 100%.
- Intercambiador de aluminio/magnesio/silicio cilíndrico, de superficie aleteada que aumenta la superficie de intercambio y facilita el mantenimiento.
- Adaptación automática en función de salida de humos.
- Salida de gases hasta 23 m en concéntrico con Ø 110/160.
- Mínimas emisiones contaminantes.
- Gran variedad en regulaciones.
- Posibilidad de trabajar hasta con 4 calderas en secuencia: hasta 400 kW con calderas murales.
- Posibilidad de trabajar en gas natural o en butano/propano.
- Posibilidad de trabajar con circuitos de calefacción de hasta 6 bar de presión.
- Mantenimiento sencillo y rápido desde la parte superior.
- 2 años de garantía.

WRS: Sistema de regulación Wolf



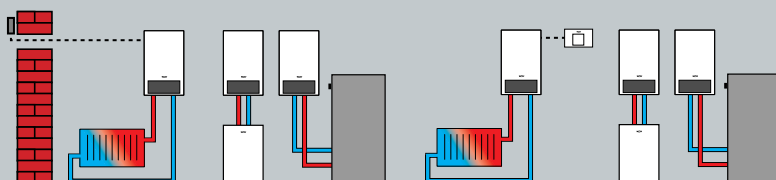
BM



Tapa para aplicación en pared

Unidad de mando BM para trabajar en descenso progresivo de t° de caldera con compensación de temperatura exterior mediante sonda exterior y /o con compensación de temperatura ambiente.

- Posibilidad de control, ajuste y programación, 7 circuitos con válvula mezcladora + 1 circuito directo + 1 circuito de ACS mediante ampliación de circuitos con módulos mezcladores.
- Instalación de unidad de mando integrada en caldera mural o instalación mural como mando a distancia y sonda de ambiente.

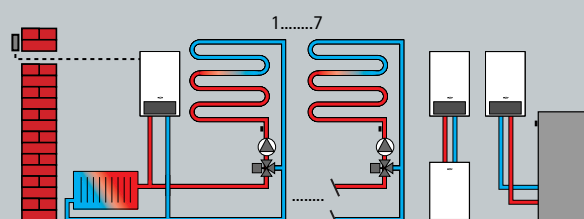


KM

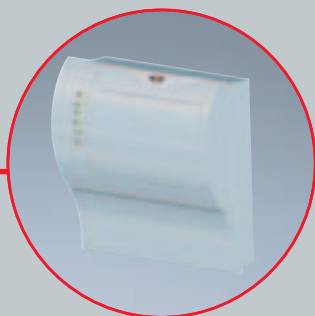


Módulo mezclador MM para ampliación de circuitos de calefacción con válvula mezcladora, circuitos directos, circuitos de calefacción de aerotermos, piscinas, apoyo a calefacción mediante energía solar (kit SRTA), protección anticongelantes en instalaciones de gran volumen de agua.

- Selección de tipos de circuitos mediante parámetros ajustables.
- Posibilidad de señales de salida y entrada de hasta circuitos con válvula mezcladora, un circuito directo y un circuito de ACS.
- Señales de entrada para: sonda impulsión circuito mezclador, termostato de máxima.
- Entrada parametrizable B1, etc.



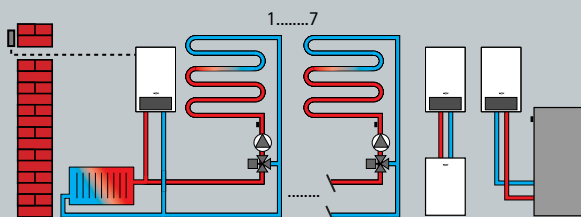
MM



Módulo mezclador MM para ampliación de circuitos de calefacción con válvula mezcladora, circuitos directos, circuitos de calefacción de aerotermos, piscinas, apoyo a calefacción mediante energía solar (kit SRTA), protección anticongelados en instalaciones de gran volumen de agua.

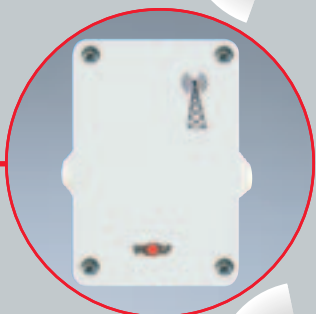
- Selección de tipos de circuitos mediante parámetros ajustables.
- Posibilidad de señales de salida y entrada de hasta 7 circuitos con válvula mezcladora, un circuito directo y un circuito de ACS.
- Señales de entrada para: sonda impulsión circuito mezclador, termostato de máxima.
- Entrada parametrizable B1, etc.

(El suministro no incluye sonda de impulsión de inmersión, solicitar según instalación)



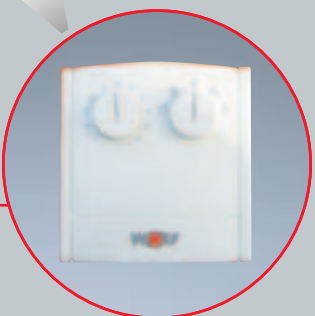
Sonda exterior inalámbrica con sonda de ambiente

Evita tener que realizar la instalación eléctrica de la sonda exterior y cambiar la posición a la más favorable. Alcance 200 a 300 metros.



Receptor inalámbrico con módulo de radio-reloj

El mismo receptor capta la señal del mando a distancia y de la sonda exterior alternativamente.

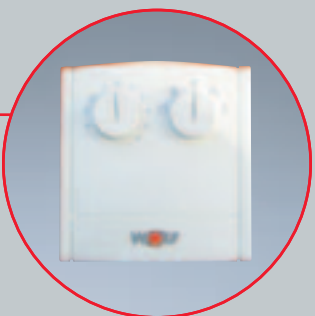


Mando a distancia inalámbrico con sonda de ambiente

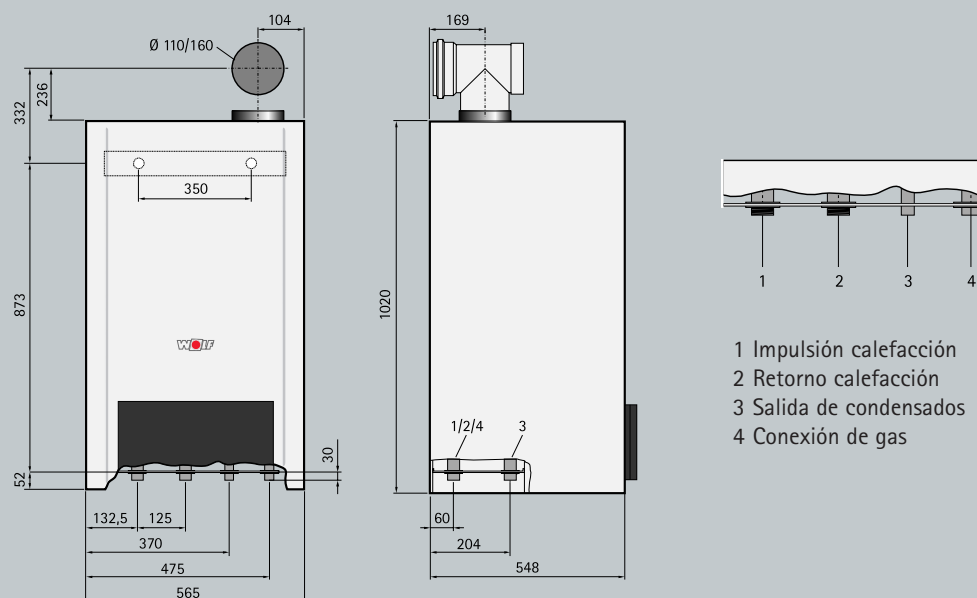
Evita tener que realizar la instalación eléctrica del mando a distancia o termostato tradicional. Permite situar el mando a distancia en diferentes emplazamientos. Alcance: 200 a 300 m.

Conectable hasta 7 mandos a un receptor

AMBOS CONECTABLES
HASTA 7 MANDOS
A 1 RECEPTOR



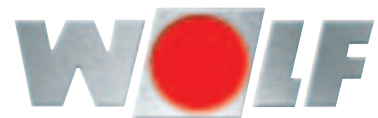
Mando a distancia VÍA BUS analógico con sonda ambiente



Datos Técnicos*

Modelo		CGB-68/75	CGB-100
Potencia a 80/60°C	kW	70,1	91,9
Potencia a 50/30°C	kW	75,8	98,8
Carga térmica nominal	kW	71,5	94
Potencia mínima (modulando) a 80/60°C	kW	18,2	18,2
Potencia mínima (modulando) a 50/30°C	kW	19,6	19,6
Potencia mínima (modulando)	kW	18,5	18,5
Impulsión calefacción-Diámetro exterior	G	1 1/2"	1 1/2"
Retorno calefacción-Diámetro exterior	G	1 1/2"	1 1/2"
Conexión de gas	R	3/4"	3/4"
Conexión salida de humos	mm	110/160	110/160
Salidas de gases	Modelo	B23, B33, C33, C33x, C43x, C53, C53x, C63, C63x, C83, C83x	
Categoría de gas		II2ELL3P	II2ELL3P
Gasto calorífico: Gas natural E (Hi =9,5 kWh/m³ = 34,2 MJ/m³)	m³/h	7,77	10,03
Gas natural LL (Hi =8,6 kWh/m³ = 31,0 MJ/m³)	m³/h	8,6	11,11
GLP P (Hi =12,8 kWh/kg = 46,1 MJ/kg)	kg/h	5,76	7,44
Presión entrada de gas: Gas natural	mbar	20	20
Presión entrada de gas: GLP	mbar	50	50
Rendimiento estacional a 40/30° C. (PCI/PCS)	%	110 / 99	110 / 99
Rendimiento estacional a 75/60° C. (PCI/PCS)	%	107 / 96	107 / 96
Rendimiento a potencia nominal 100% 80/60° C. (PCI/PCS)	%	98 / 88	97 / 88
Rendimiento a carga parcial 30%. TR=30° C (PCI/PCS)	%	107 / 96	107 / 96
Temperatura de impulsión inicial	°C	80	80
Temperatura de impulsión hasta	°C	90	90
Presión máxima de trabajo	bar	6,0	6,0
Altura manométrica del circuito de calefac. (PWM 100 %)		modulando	modulando
Caudal de 3000 l/h (70kW con Dt = 20K)	mbar	300	—
Caudal de 4000 l/h (92kW con Dt = 20K)	mbar	—	80
Carga térmica nominal: Caudal másico de humos	g/s	33,7	43,5
Temperatura salida de humos 80/60-50/30 °C		72-48	78-53
Presión disponible del ventilador	Pa	145	200
Potencia térmica mín: Caudal másico de humos	g/s	8,9	8,9
Temperatura salida de humos 80/60-50/30 °C		60-36	60-36
Presión disponible del ventilador	Pa	12	12
Valor evacuación de gases		G52	G52
Emisión NOx		5	5
Condensados con 50/30°C	Ltr/h	7,1	9,8
PH condensados		4	4
Potencia eléctrica absorbida	W	75	130
Protección	IP	IPx4D	IPx4D
Peso total	kg	92	92
Homologación CE		CE-0085BR0164	CE-0085BR0164
Conexión eléctrica		230 V/50 Hz	

* Reservado el derecho de modificaciones técnicas



Sistemas para el ahorro de energía

Wolf Ibérica, S.A. (WISA)

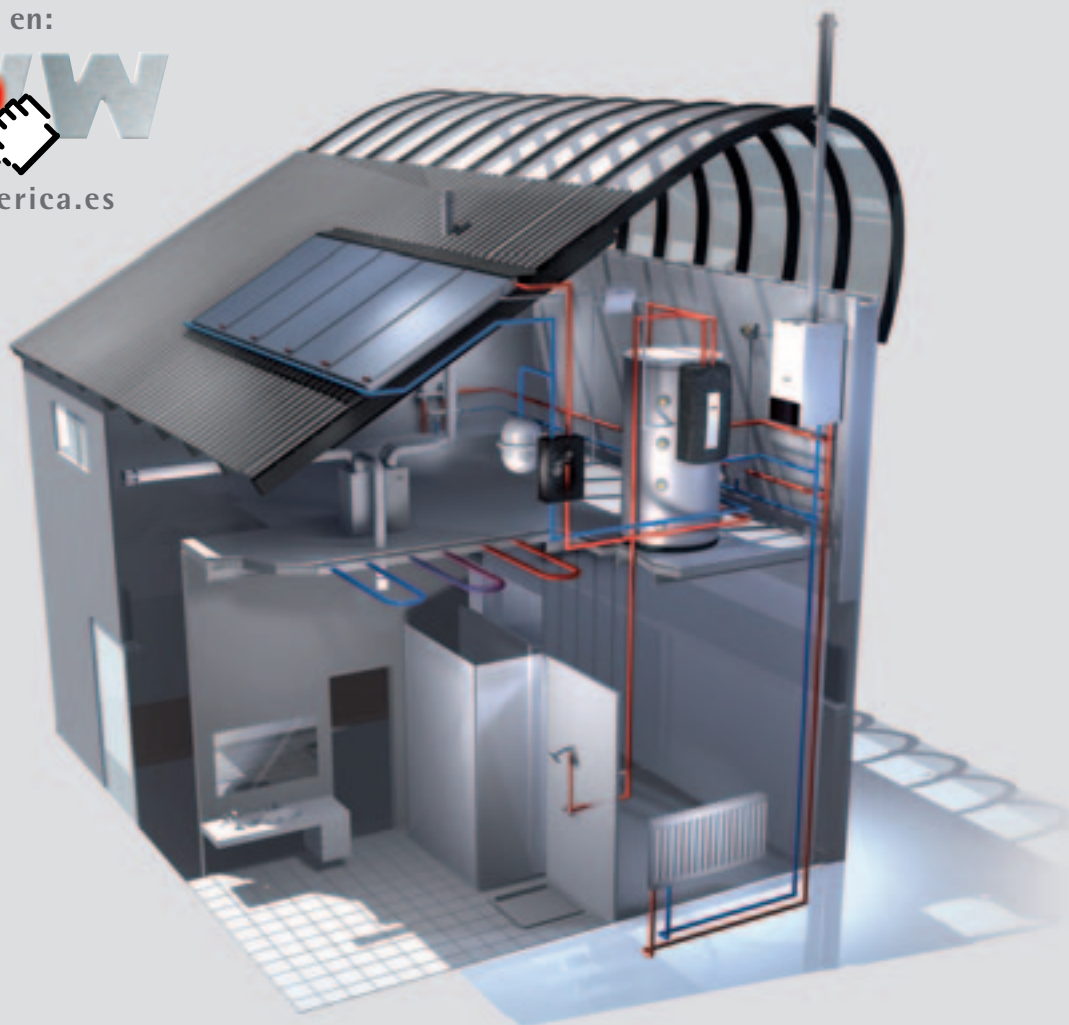
Avda. de la Astronomía, 2 · 28830 · Apdo. correos 1013 · San Fernando de Henares (Madrid) · Tel. 91/661.18.53 · Fax 91/661.03.98
e-mail: wisa@wolfiberica.es · web: www.wolfiberica.es



visítenos en:



www.wolfiberica.es



Calefacción · Energía solar · Climatización